

# 갑상선 호르몬의 경구투여가 육계의 사양성적, 체조성, 혈청 호르몬 농도 및 에너지 대사에 미치는 영향

가천흥 · 김창혁\* · 채병조 · 이영철  
강원대학교 동물자원과학대학

## Effect of Dietary Thyroid Hormone on Growth Performance, Body Composition, Serum Thyroid Hormone Concentration and Energy Metabolism of Broiler Chicks

C. H. Ga, C. H. Kim\*, B. J. Chae and Y. C. Rhee

College of Animal Resources Sciences, Kangwon National University, Chuncheon, Korea 200-701

### ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effect of dietary thyroid hormone ( $T_3$  and  $T_4$ ) on growth, feed conversion ratio and serum  $T_3$  or  $T_4$  concentration of broiler chicks. Zero to six week-old broiler chicks were randomly allocated into seven treatment groups for feeding trials with three replication: control,  $T_3(0.1)$ ,  $T_3(1.0)$ ,  $T_3(5.0)$ ,  $T_4(0.1)$ ,  $T_4(1.0)$  and  $T_4(5.0)$  ppm group. Concentrations of  $T_3$  and  $T_4$  in serum were analyzed.

The weight gain of  $T_3(1.0)$ ,  $T_3(5.0)$  and  $T_4(5.0)$  groups were significantly lower than that of control. No statistically significant adverse effect was observed in other groups ( $p>0.05$ ). Feed intake was significantly lower in  $T_3(0.1, 1.0$  and  $5.0)$  and  $T_4(5.0)$  than in control group ( $p<0.05$ ), and the feed conversion ratio had a similar trend to the feed intake change. The contents of liquid and abdominal fat pad in carcass were significantly decreased in all  $T_3$  and  $T_4$  groups ( $p<0.05$ ).  $T_3$  and  $T_4$  concentration in serum was significantly increased at over 1.0ppm of the hormone supplementation level. As  $T_3$  addition level increased,  $T_4$  concentration in serum reduced; however,  $T_3$  in serum was directly proportional to the  $T_4$  level in diet. The average heat production during fasted were slightly increased when  $T_3$  or  $T_4$  was added to broiler diets.

(Key words: broiler, thyroxine, triiodothyronine, serum, heat production)

### 서론

고에너지사료의 이용은 도체중의 지방을 과잉 축적시키는 경향이 있으며, 또한 지방을 생산하는 것보다는 같은 양의 단백질을 생산하는 것이 에너지 이용효

율면에서도 효과적이다(Dalrymple 등, 1984). 따라서 생산효율 향상과 도체지방을 감소시키는 방법의 일환으로 성장호르몬(Colin과 Harvey, 1984)이나  $\beta$ -agonist(Dalrymple 등, 1984) 등의 화학물질의 투여 효과에 대하여 검토되어 왔다.

갑상선은 갑상선 호르몬을 분비하여 체내 호르몬 대

\* 강원대학교 동물자원공동연구소(Institute of Animal Resource, Kangwon National University)

사를 조절하는 기관으로 체내 산화작용을 촉진시켜 가축의 성장, 비육, 비유, 산란 등에 커다란 영향을 미친다. 뿐만 아니라 장내에서 글루코스의 증가를 유도하여 고혈당증을 유발시키며, 단백질 대사시 동화 및 이화작용을 동시에 갖고 있고, 갑상선 기능 저하시에는 혈중 콜레스테롤치가 높아지나 갑상선호르몬의 투여로 지질의 이용도를 높일 수 있다. 뿐만 아니라 에너지 섭취량의 감소와 함께 인슈린의 분비저하에 주요한 역할을 담당하는 thyroxine ( $T_4$ )을 활성이 높은 triiodothyronine ( $T_3$ )으로 변환시키는 효소인 5'-mono-deiodonase의 활성을 저하시킨다(Burger 등, 1987). Danforth(1985)는 에너지 균형상태가  $T_3$  농도의 변화에 대하여 중요한 인자로 작용하고 있음을 보고한 바 있다. 즉 절식한 흰쥐에서는  $T_3$  농도가 정상으로 회복되어도 안정시 대사수준까지 상승하지 않기 때문에  $T_3$ 의 농도 감소는 절식 중에는 부분적으로 밖에 안정시 대사의 저하에 영향을 미치지 않는 것으로 알려져 있다. 정상적인 기초대사를 유지하기 위하여는 항상 일정량의 갑상선 호르몬이 분비되어야 하며 이 기능을 위하여는 시상하부와 뇌하수체전엽을 경유하는 특정한 feed back 기전에 의하여 갑상선 호르몬의 분비율이 조정되며 이는 가축의 성별, 연령, 임신, 스트레스 및 영양상태 등 여러 가지 요인에 의하여 영향을 받게 된다.

가금의 성장에 갑상선 호르몬의 중요성은 이미 보고된 바 있다. 예를 들어 닭에 갑상선 절제 수술을 하였을 경우에 성장률이 현저히 감소될 뿐만 아니라 목, 등, 가슴 및 복강내에 과도한 지방축적을 유도한다는 것이다(Falconer, 1971; Ringer, 1976). 이외에도 닭의 중체량과 사료효율의 감소에 있어서  $T_3$ 는  $T_4$ 보다 높은 활성을 갖고 있으며(Adamson과 Ingbar, 1967; May, 1980; 1982), 저갑상선증 닭에서도 동등한 효력을 발휘하기 때문에  $T_3$ 는 정상적인 닭이나 저갑상선증 닭에서 혈장  $T_4$  농도에 대해 feedback 억제 작용을 가진다(Leung 등, 1984). 또한 May(1980)는 육계사료에  $T_3$ 와  $T_4$ 를 첨가(1.0ppm)하여 급여한 시험에서  $T_3$  첨가가 대조구에 비하여 낮은 성장과 사료효율을 보였으나,  $T_4$  첨가는 성장과 사료효율에 영향이 없었다고 보고한 바 있다. 그러나 갑상선 호

몬의 경구투여에 의한 가금류에서 성장효과 및 체내 대사현상에 관한 보고는 극히 제한되어 있다.

따라서 본 시험에서는 브로일러에 대하여  $T_3$  및  $T_4$ 를 사료에 첨가 급여하였을 때 성장률, 사료효율 및 체조성에 미치는 영향을 조사하고, 이들의 경구 투여가 혈중  $T_3$  및  $T_4$  농도 변화에 상호 연관성 및 절식시 에너지 대사에 미치는 영향을 조사하고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 시험설계 및 공시동물

본 시험에 사용된 공시동물은 Arbor Acre 브로일러 300수로 3일간 예비사양하고 그 중 건강계 210수 ( $56 \pm 3.0g$ )를 선발하여 대조구,  $T_3$  첨가(0.1, 1.0, 5.0ppm/kg diet) 및  $T_4$  첨가(0.1, 1.0, 5.0ppm/kg diet)로 나누어 7처리, 3반복하였으며, 반복당 10수씩 완전임의 배치하여 본 대학 부속 소동물 사육장에서 6주간 사양시험을 실시하였다.

### 2. 시험사료

본 시험에 사용된 시험사료는 육계용 전기 및 후기 사료를 이용하였으며, 시험사료의 배합율과 영양소 함량은 Table 1에 제시된 바와 같다. 시험에 사용된 갑상선 호르몬( $T_3$  및  $T_4$ )은 시판용 시약(SIGMA Ltd.)을 이용하였다.

### 3. 사양관리 및 시료의 분석

본 시험의 사양기간 동안 사료 및 물은 자유 섭취토록 하였으며, 체중과 사료 섭취량은 매주 일정한 시간에 측정하였다. 시료의 화학적 처리와 일반성분 분석은 A.O.A.C(1990)의 방법에 준하여 실시하였다. 혈청내  $T_3$  및  $T_4$  함량을 측정하기 위하여 전기에는 1주일 간격으로, 후기에는 2주 간격으로 일정시간에 심장 채혈법에 의하여 각 시험구에서 개체당 3ml, 3수씩 선발하여 채혈하였다.

채혈된 혈액은 저온상태(약 4℃)에서 3시간 방치후 12,000×g로 원심분리하여 혈청을 분리하였고 분석시까지 냉동보존(-20℃)하였다. 갑상선 호르몬의 분석은 호르몬 분석기(Elecsys 1100)를 이용하였다.

**Table 1.** Formula and Chemical Composition of the experimental Diets

Ingredient	Starter	Finisher
	(1~3 weeks)	(4~6 weeks)
Yellow corn	56.2	58.5
SBM(44%)	23.5	23.8
Wheat bran	5.0	5.0
Fish meal	5.0	1.5
Tapioca	3.0	3.0
Canola meal	3.0	3.0
Soy oil	2.0	2.0
TCP <sup>1)</sup>	1.3	0.9
Limestone	0.5	2.0
Methionine(50%)	0.4	0.2
Vit. -min. mix. <sup>2)</sup>	0.1	0.1
Total	100	100
Chemical composition <sup>3)</sup>		
ME(kcal/kg)	3100	3100
Crude protein(%)	21.0	18.0
Calcium(%)	1.12	1.02
Available phosphorus(%)	0.46	0.39

<sup>1)</sup> TCP : Tricalcium phosphate

<sup>2)</sup> Supplied per kg mixture : vitamin A, 1,600,000 IU; vitamin D3, 300,000 IU; vitamin E, 800 IU; vitamin K3, 132mg; vitamin B2, 1,000mg; calcium pantothenate, 800mg; niacin, 2,000mg; vitamin-B<sub>12</sub>, 1,200mg; biotin, 32mg; ethoxyquin, 6,000mg; folic acid, 60mg; cholin, 35,000mg; Mn, 12,000mg; Zn, 9,000mg; Co, 100mg; Cu, 500mg; Fe, 4,000mg; B.H.T., 6,000mg; I, 250mg.

<sup>3)</sup> Calculated value

#### 4. Abdominal fat pad 및 체조성 분석

시험 종료시에 각 시험구에서 평균체중에 가까운 닭을 3수씩 선발하여 도살한 후 털을 제거하고 Deaton 등(1974)의 방법에 의하여 내장을 제거하는 동시에 늑골내의 근육, 장, 총 배설장 및 복부근육 주위에 둘러 쌓여 있는 지방을 취하여 abdominal fat pad를 측정하였다. 나머지 도체는 만육기(Meat chopper, Daewoo, Korea)로 분쇄한 후 동결건조기(SFDSM 12, Samwon, Korea)로 48시간 건조하여 수분함량을 측정 후 Cutter mill에서 20 mesh screen을 통

과한 것을 분석시료로하여 조단백질, 조지방 및 회분을 측정하였다.

#### 5. 호흡대사 시험

본 시험에 사용된 호흡대사 시험장치는 van Es 등(1970)의 개방식 호흡시험장치를 응용하여 제작되었으며 그 구조는 브로일러를 수용할 수 있는 호흡실과 통기장치, 가스저장장치 및 가스분석장치의 4 부분으로 구성되었고, 열발생량(heat production : HP)은 Romijn과 Lokhorst(1961)의 공식에 의하여 산출하였고, 단 질소배설량으로 기인된 열발생량은 총열발생량에 극히 미량인 관계로 열발생량 계산시 무시해도 무방하다는 Romijn과 Vreugdenhil(1969)의 보고에 따라 본 시험에서도 열발생량 계산에서 제외하여 산출하였다.

#### 6. 통계분석

평균값 및 표준오차의 산출은 SAS package program (1990)을 이용하여 분산분석을 실시하였고 처리간 유의성 검정은 Duncan의 다중검정을 이용하였다.

### 결과 및 고찰

갑상선 호르몬의 투여에 의한 브로일러의 증체량, 사료섭취량, 사료요구율은 Table 2와 같다.

T<sub>3</sub> 및 T<sub>4</sub> 투여시 증체량은 T<sub>3</sub> 0.1ppm과 T<sub>4</sub> 0.1과 1.0ppm 투여시 대조구에 비하여 유의적인 차이(p>0.05)가 없었으나, T<sub>3</sub> 1.0 과 5.0ppm 투여구에서는 각각 1,867.0과 1,236.0g으로 투여수준이 높을수록 유의적으로 감소하였고(p<0.05), 특히 T<sub>3</sub> 5.0ppm 투여시에는 증체율이 대조구에 비하여 58% 정도 감소하였다. 또한 T<sub>4</sub> 5.0ppm 투여구는 1,786.2g으로 대조구에 비하여 유의적(p<0.05)으로 감소하였다. Ringer (1976)는 동물의 정상적인 발육을 위하여는 여러 가지 중간 대사물질 및 영양소가 필수이며, 갑상선 호르몬 또한 가끔의 성장을 위하여 필요하지만, 만일 갑상선 호르몬이 부족되거나 과잉으로 분비되면 성장은 현저히 감소한다고 한 것으로 미루어, 본 시험에서 갑상선 호르몬의 투여량이 1.0ppm 이상은 닭의 대사생리상

**Table 2.** Effects of T<sub>3</sub> or T<sub>4</sub> on growth and mortality in broiler chicks

Treatment	Control	Triiodothyronine(T <sub>3</sub> , ppm/kg diet)			Thyroxine(T <sub>4</sub> , ppm/kg diet)		
		0.1	1.0	5.0	0.1	1.0	5.0
BWG (g) <sup>1)</sup>	2106.9±48.2 <sup>a</sup>	2085.1±57.5 <sup>a</sup>	1867.0±81.5 <sup>b</sup>	1236.0±60.7 <sup>c</sup>	2089.1±61.5 <sup>a</sup>	2085.5±59.4 <sup>a</sup>	1786.2±74.5 <sup>b</sup>
Feed intake (g)	4133.7±20.1 <sup>a</sup>	4112.8±20.3 <sup>a</sup>	4014.1±12.6 <sup>ab</sup>	3451.7±21.0 <sup>c</sup>	4117.3±19.2 <sup>a</sup>	4130.7±20.3 <sup>a</sup>	3939.3±22.6 <sup>b</sup>
Feed efficiency	1.96±0.12 <sup>a</sup>	1.97±0.15 <sup>a</sup>	2.15±0.15 <sup>ab</sup>	2.79±0.21 <sup>b</sup>	1.97±0.11 <sup>a</sup>	1.98±0.20 <sup>a</sup>	2.21±0.21 <sup>b</sup>
Mortality(Bird /Treatment)							
Starter(0~3)	1	2	6	11	1	3	4
Finisher(4~6)	0	2	4	7	0	2	3
Total	1	4	10	18	1	5	7

<sup>abc</sup> Mean in the same row with different superscripts differ significantly( $p < 0.05$ )

<sup>1)</sup> BWG : Body weight gain

과잉인 것으로 나타났다. 또한 May(1980)는 사료내 T<sub>3</sub>를 1.0ppm 투여했을 때 성장은 대조구에 비하여 떨어졌으나 T<sub>4</sub>를 1.0ppm 투여시에는 증체량에 어떠한 영향도 없었다고 하였고 본 시험에서도 이와 동등한 결과로 미루어 T<sub>3</sub>가 T<sub>4</sub>보다는 체내 대사에 미치는 영향이 큰 것으로 나타났다. 뿐만 아니라 갑상선 호르몬의 투여는 체내 성장호르몬 생성에 영향을 시사한 것(Leung 등, 1985)으로 미루어 T<sub>3</sub> 및 T<sub>4</sub>의 과잉투여는 체내 성장 호르몬 생성에 부의 영향으로 작용함으로써 성장률이 저하된 것으로 사료되며 특히 T<sub>4</sub> 보다는 T<sub>3</sub>가 성장호르몬 생성에 부의 영향이 있는 것으로 여겨진다.

사료섭취량에 있어서는 대조구가 4133.7g으로 가장 높은 섭취를 보였으며 T<sub>3</sub> 0.1 및 T<sub>4</sub> 0.1과 1.0ppm 처리구는 대조구와 유의적인 차이( $p > 0.05$ )가 없었으나 T<sub>3</sub> 1.0과 5.0ppm 투여시에는 각각 4,014g 및 3,451g으로 유의적인 감소( $p < 0.05$ )를 보였고, T<sub>4</sub> 5.0ppm 처리구의 섭취량은 3,939g으로 대조구에 비하여 유의적으로 낮았다( $p < 0.05$ ). 이러한 결과는 May(1980)의 연구에서 T<sub>3</sub> 1.0ppm을 첨가한 사료를 급여한 브로일러의 증체량 및 사료효율이 대조구에 비하여 현저히 떨어졌으나 T<sub>4</sub>를 동일 수준으로 처리하였을 경우에는 영향이 없었다고 한 보고와 일치하였다. 또한 사료 요구율에 있어서도 사료섭취량과 동일한 경향을 보여 대조구의 1.96에 비하여 T<sub>3</sub>의 1.0과 5.0ppm 투여시에는 각각 2.15 및 2.79로 유의적인 감소( $p < 0.05$ )를 보였고 T<sub>4</sub>의 5.0ppm 투여시에도 2.21로 대조구에 비하여

유의적인 감소( $p < 0.05$ )를 나타냈으며 동일한 투여량 일지라도 T<sub>3</sub>가 T<sub>4</sub> 보다는 높은 영향을 준 것으로 나타났다. Leung 등(1985)은 T<sub>3</sub>의 1.0과 10.0ppm 투여구는 대조구에 비하여 증체량과 사료효율이 현저히 떨어지고 T<sub>4</sub>의 0.1과 1.0 ppm 투여구는 대조구에 비하여 성장률과 사료효율에는 두드러진 차이를 보이지 않았으나 T<sub>3</sub> 및 T<sub>4</sub> 10.0ppm 투여시에는 증체량이 각각 55.24와 28.18%의 감소를 나타냈다고 하였으며 사료효율에 있어서도 현저히 감소하였다고 하여 본 실험의 결과와 일치하였다.

또한 갑상선 호르몬의 투여가 브로일러의 폐사에 미치는 영향을 보면 T<sub>3</sub> 투여구가 T<sub>4</sub> 투여구에 비하여 높게 나타났으며 특히 T<sub>3</sub>의 5.0ppm 투여구의 경우 50% 이상(18 bird / 30 bird)의 폐사율을 보였으며 또한 주령별 폐사수를 보면 전기(0~3주)가 후기(4~6주)보다 높은 폐사율을 보이는데 이는 갑상선 호르몬의 과잉 투여가 생체내 호르몬 대사에 이상을 초래하는 것으로 보이며 성계보다는 어린 병아리 대사에 지대한 영향을 미치고 또한 T<sub>4</sub>보다는 T<sub>3</sub>가 대사 생리상 더 큰 활성을 갖고 있음을 말해주는 것이다. May(1982)의 보고에 의하면 고온 스트레스\* 하에서 브로일러에 T<sub>3</sub> 및 T<sub>4</sub>를 첨가한 사료를 급여하였을 경우 T<sub>3</sub> 및 T<sub>4</sub> 모두 영향은 있었으나 T<sub>3</sub>를 첨가한 사료를 섭취한 브로일러의 폐사율이 높았다고 하였으며 호르몬과 성별간에는 상관성이 없었다고 하였다. 이는 에너지 섭취량 또는 소비량의 절대량보다는 에너지 균형의 상태가 T<sub>3</sub> 농도 변화에 중요한 인자로 작용했고(Danforth,

1985), 더운 환경보다는 추운 환경에서 갑상선 호르몬의 분비가 더 높다는 Stahl과 Turner(1961)의 보고로 미루어 볼 때 인위적인 갑상선 호르몬의 경구투여는 열에 의한 스트레스를 일으키는 생리적 기능의 부전을 유도할 뿐 아니라 대사율을 증진시킴으로서 대사에 장애를 초래함으로써 나타난 결과라 판단된다. Harvey 등(1983)에 의하면  $T_3$  10ppm을 경구 투여시 시험구의 90%까지 폐사이 높았다고 보고하였는데 이와 같이 갑상선 호르몬의 과잉투여는 브로일러에 증독증상을 일으켜 폐사에 직접적인 영향을 준 것으로 판단된다.

갑상선 호르몬의 경구 투여량이 브로일러의 체조성에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 즉  $T_3$  및  $T_4$  투여에 의해 체조성수분과 조단백질 함량은 증가된 반면 조지방 함량은 감소되었다. 수분함량에 있어서는  $T_3$ 와  $T_4$  1.0ppm 첨가시 약간 증가하는 경향을 보였을 뿐 대조구와 유의적인 차이는 보이지 않았으나 5.0ppm 첨가시에는 유의적인 증가를 보였다( $p < 0.05$ ). 조단백질 함량은  $T_3$  첨가시 대조구의 18.12%에 비하여 18.41, 18.62 및 18.98 %로  $T_3$  첨가량이 높을수록 유의적으로 증가되었으며 ( $p < 0.05$ )  $T_4$ 에서도 경향을 같이하였다. 그러나 체지방 함량에 있어서는 대조구가 10.14%로 약간 높은 반면  $T_3$ (0.1, 1.0 및 5.0ppm) 및  $T_4$ (0.1, 1.0 및 5.0ppm) 투여시 각각 9.82, 8.94, 8.02 및 9.87, 9.01, 8.36 %로 갑상선 호르몬의 투여량이 높아짐에 따라 지방함량은 낮아지는 것으로 나타났으며 또한 같은 호르몬이라도  $T_3$  투여구가  $T_4$  투여구에 비하여 낮은 경향을 보였다. 또한

복강 지방 축적량에 있어서도 대조구가 시험구에 비하여 1.65%로 유의적( $p < 0.05$ )으로 높게 나타났으나, 갑상선 호르몬 투여구에 있어서는 투여량이 높을수록 유의적( $p < 0.05$ )으로 낮아지며  $T_3$ 가  $T_4$ 에 비하여 낮은 경향을 보였다. 이는 갑상선 호르몬의 투여로 인해 체내 지방의 산화 촉진 및 지질의 이용도를 높였기 때문에 일어난 현상으로 사료된다.

$T_3$  및  $T_4$ 의 경구투여가 혈청내  $T_3$  농도에 미치는 영향은 Table 4에 제시하였으며 혈청  $T_4$  농도에 미치는 영향은 Table 5에 제시하였다. 대조구의  $T_3$  및  $T_4$  농도는 전 시험기간에 걸쳐 거의 일정한 수준(약 2~4 nmol/ml)을 유지하였으나  $T_3$ 의 농도 보다  $T_4$ 의 농도가 약간 높은 경향을 보였다. 또한 사료내  $T_3$ 의 경구투여는 0.1ppm 투여시에는 대조구와 유의적인 차이를 보이지 않았으나( $p < 0.05$ ),  $T_3$  투여로 인하여 혈청내  $T_3$  농도는 약간 증가하는 경향을 보였고 혈청내  $T_4$  농도는 감소하는 경향을 보여  $T_3$ 의 경구투여가 해당 호르몬의 농도는 증가시키지만  $T_4$  농도는 감소시키는 것으로 나타났다. 이에 관하여 May(1980)는 사료내  $T_3$ 를 1.0ppm 투여하였을 경우에는 오히려  $T_4$  농도가 감소한 것을 지적하였는데 본 연구에서도 이와 동일한 결과를 얻었다. 또한 수탉에  $T_3$  0.1~10ppm을 투여하였을 경우 혈청  $T_4$  농도가 현저히 감소되었다는 보고가 이를 지지해 준다. 이러한 결과는 생화학적인 확인은 되지 않았으나 혈중  $T_4$ 가  $T_3$ 로 전환되는 것을 억제하는 영향이 있는 것으로 사료된다. 또한  $T_3$  호르몬의 경구 투여 수준에 따라서도 혈청내  $T_3$  농도는 유의적( $p < 0.05$ )으로 증가시켰으나 주령에 따른 변화는 불

**Table 3.** Effect of  $T_3$  and  $T_4$  on carcass composition of broiler chicks

Carcass composition	Control	Triiodothyronine( $T_3$ , ppm/kg diet)			Thyroxine( $T_4$ , ppm/kg diet)		
		0.1	1.0	5.0	0.1	1.0	5.0
Moisture(%)*	70.03±3.4 <sup>a</sup>	70.07±2.8 <sup>a</sup>	70.74±4.2 <sup>ab</sup>	71.06±2.9 <sup>b</sup>	70.06±3.2 <sup>a</sup>	70.67±3.5 <sup>ab</sup>	71.02±4.6 <sup>b</sup>
CP(%)*	18.12±1.1 <sup>a</sup>	18.41±1.9 <sup>ab</sup>	18.62±1.5 <sup>ab</sup>	18.98±1.7 <sup>b</sup>	18.36±2.1 <sup>a</sup>	18.53±2.3 <sup>ab</sup>	18.89±2.4 <sup>b</sup>
EE(%)	10.14±0.4 <sup>a</sup>	9.82±0.4 <sup>a</sup>	8.94±0.9 <sup>b</sup>	8.02±0.7 <sup>c</sup>	9.87±0.3 <sup>a</sup>	9.01±0.2 <sup>b</sup>	8.36±0.5 <sup>c</sup>
Ash(%)*	1.71±0.2 <sup>a</sup>	1.70±0.2 <sup>a</sup>	1.70±0.1 <sup>a</sup>	1.71±0.1 <sup>a</sup>	1.71±0.3 <sup>a</sup>	1.72±0.1 <sup>a</sup>	1.71±0.1 <sup>a</sup>
Abdominal fat pad (% of body weight)	1.65±0.0 <sup>a</sup>	1.60±0.0 <sup>ab</sup>	1.50±0.1 <sup>b</sup>	1.41±0.1 <sup>c</sup>	1.61±0.0 <sup>ab</sup>	1.52±0.1 <sup>b</sup>	1.43±0.1 <sup>c</sup>

<sup>abc</sup> Mean in the same row with different superscripts differ significantly( $p < 0.05$ )

\* Not significant

**Table 4.** Effect of T<sub>3</sub> on serum T<sub>3</sub> or T<sub>4</sub> concentrations in broiler chicks

(Unit : nmol /ml)

Weeks	Item	Control	Triiodothyronine(T <sub>3</sub> , ppm /kg diet)		
			0.1	1.0	5.0
1	T <sub>3</sub>	2.60±0.16 <sup>c</sup>	3.55±0.14 <sup>c</sup>	14.14±0.64 <sup>b</sup>	52.91±3.64 <sup>a</sup>
	T <sub>4</sub>	3.73±0.75 <sup>a</sup>	3.02±0.10 <sup>a</sup>	2.01±0.49 <sup>a</sup>	1.57±0.30 <sup>a</sup>
2	T <sub>3</sub>	3.03±0.35 <sup>c</sup>	3.30±0.64 <sup>c</sup>	13.19±2.13 <sup>b</sup>	70.59±9.90 <sup>a</sup>
	T <sub>4</sub>	3.19±0.11 <sup>a</sup>	3.38±0.71 <sup>a</sup>	3.03±0.36 <sup>a</sup>	2.38±0.39 <sup>a</sup>
3	T <sub>3</sub>	2.59±0.31 <sup>c</sup>	3.31±0.36 <sup>c</sup>	12.18±0.97 <sup>b</sup>	49.16±4.44 <sup>a</sup>
	T <sub>4</sub>	3.96±0.20 <sup>a</sup>	2.36±0.19 <sup>a</sup>	1.97±0.05 <sup>a</sup>	1.10±0.10 <sup>a</sup>
4	T <sub>3</sub>	2.52±0.35 <sup>c</sup>	3.90±0.13 <sup>c</sup>	11.63±0.57 <sup>b</sup>	53.72±3.55 <sup>a</sup>
	T <sub>4</sub>	3.94±0.08 <sup>a</sup>	2.78±0.35 <sup>a</sup>	2.04±0.07 <sup>a</sup>	1.78±0.17 <sup>a</sup>
6	T <sub>3</sub>	3.27±0.35 <sup>c</sup>	3.66±0.08 <sup>c</sup>	15.72±0.80 <sup>b</sup>	52.47±2.61 <sup>a</sup>
	T <sub>4</sub>	4.12±0.12 <sup>a</sup>	3.53±0.54 <sup>a</sup>	2.67±0.54 <sup>a</sup>	1.82±0.17 <sup>a</sup>

<sup>abc</sup> Mean in the same row with different superscripts differ significantly(p<0.05)**Table 5.** Effect of T<sub>4</sub> on serum T<sub>3</sub> or T<sub>4</sub> concentrations broiler chicks

(Unit : nmol /ml)

Weeks	Item	Control	Thyroxine(T <sub>4</sub> , ppm /kg diet)		
			0.1	1.0	5.0
1	T <sub>3</sub>	2.60±0.16 <sup>a</sup>	2.83±0.37 <sup>a</sup>	2.94±0.55 <sup>a</sup>	3.12±0.52 <sup>a</sup>
	T <sub>4</sub>	3.73±0.75 <sup>c</sup>	3.66±0.20 <sup>c</sup>	11.03±1.83 <sup>b</sup>	50.48±4.17 <sup>a</sup>
2	T <sub>3</sub>	3.03±0.35 <sup>a</sup>	3.05±0.08 <sup>a</sup>	3.49±0.59 <sup>a</sup>	3.38±0.50 <sup>a</sup>
	T <sub>4</sub>	3.19±0.11 <sup>c</sup>	4.14±0.42 <sup>c</sup>	12.93±2.95 <sup>b</sup>	72.60±6.42 <sup>a</sup>
3	T <sub>3</sub>	2.59±0.31 <sup>a</sup>	3.22±0.13 <sup>a</sup>	3.31±0.25 <sup>a</sup>	3.27±0.04 <sup>a</sup>
	T <sub>4</sub>	3.96±0.20 <sup>c</sup>	3.82±0.17 <sup>cd</sup>	11.15±0.62 <sup>b</sup>	57.01±4.15 <sup>a</sup>
4	T <sub>3</sub>	2.52±0.35 <sup>a</sup>	2.82±0.10 <sup>a</sup>	3.05±0.10 <sup>a</sup>	3.07±0.09 <sup>a</sup>
	T <sub>4</sub>	3.94±0.08 <sup>c</sup>	4.05±0.08 <sup>c</sup>	15.27±3.39 <sup>b</sup>	64.15±6.64 <sup>a</sup>
6	T <sub>3</sub>	3.27±0.35 <sup>a</sup>	3.11±0.13 <sup>a</sup>	3.19±0.20 <sup>a</sup>	3.28±0.13 <sup>a</sup>
	T <sub>4</sub>	4.12±0.12 <sup>c</sup>	4.18±0.08 <sup>c</sup>	17.55±1.10 <sup>b</sup>	67.75±3.54 <sup>a</sup>

<sup>abc</sup> Mean in the same row with different superscripts differ significantly(p<0.05)

수 없었다. 뿐만 아니라 T<sub>3</sub>의 경구 투여로 인한 혈청내 T<sub>4</sub> 농도는 투여량의 증가에 따라 유의적인 차이(p>0.05)는 없었으나 점차 감소하는 경향은 있었고 주령별 차이도 발견되지 않았다. 한편 T<sub>4</sub> 경구 투여에 따른 혈청내 T<sub>3</sub> 및 T<sub>4</sub> 농도의 변화에 있어서는 T<sub>4</sub>의 경구 투여가 T<sub>3</sub> 농도에는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났으나 투여 수준의 증가에 따른 T<sub>3</sub> 농도가 증가하는 현상을 보였고 주령에 따른 영향은 없는 것으로 나타났다. Harvey 등(1983)은 사료내 T<sub>4</sub>를 10ppm 수준으로 투여하였을 경우, 약간 증가하는 현상을 발견하고 이는 체내 대

사상 T<sub>4</sub>가 T<sub>3</sub>로 전환되는 feedback 역제가 그 원인으로 작용했음을 시사하고 있다. 그러나 T<sub>4</sub>의 경구 투여에 의하여 혈청 T<sub>4</sub> 농도는 0.1ppm 투여시에는 대조구에 비하여 약간 높게 나타났으나 유의적(p>0.05)인 차이는 없는 것으로 나타났으나 1.0 및 5.0ppm 투여시에는 유의적(p<0.05)으로 높아지고 또한 투여 수준이 높을수록 매우 높은 수준으로 증가하였다.

Table 6은 T<sub>3</sub> 및 T<sub>4</sub> 투여 24시간 후 열발생량을 측정한 결과이다. T<sub>3</sub> 및 T<sub>4</sub> 투여에 따른 호흡상은 0.67에서 0.71로 처리구와 대조구간에 현저한 차이를 발견

**Table 6.** Effects of T<sub>3</sub> or T<sub>4</sub> on heat production of 6 week's old broiler chicks

	Control	Triiodothyronine(T <sub>3</sub> , ppm/kg diet)			Thyroxine(T <sub>4</sub> , ppm/kg diet)		
		0.1	1.0	5.0	0.1	1.0	5.0
O <sub>2</sub> consumption(ℓ)	98.3	100.3	105.9	110.2	99.8	103.3	108.5
CO <sub>2</sub> production(ℓ)	70.3	71.3	73.8	74.5	71.2	71.9	72.3
RQ*	0.72	0.71	0.70	0.68	0.71	0.70	0.67
kcal/bird/day	142.1	145.2	151.3	159.4	145.3	152.1	155.6
kcal/BW <sup>0.75</sup>	83.0	85.2	89.5	92.3	85.3	83.3	90.2

\* RQ : Respiratory quotient

할 수 없었는데 이는 절식시 체내 에너지 대사가 지방 분해에 의하여 주로 이루어지고 있음을 입증하는 것이다. 또한 브로일러의 대사체중당 열발생량은 대조구의 83.0에 비하여 T<sub>3</sub> 처리구에서 85.2, 89.5, 92.3 및 T<sub>4</sub> 처리구에서 85.3, 83.3, 90.2로 T<sub>3</sub> 및 T<sub>4</sub> 첨가량이 높아짐에 따라 증가하는 경향을 나타냈다. 이는 T<sub>3</sub> 및 T<sub>4</sub>가 근본적으로 브로일러의 기초대사를 증진시키는 기능을 갖고 보여주며 이 현상은 T<sub>3</sub> 및 T<sub>4</sub> 분비량에 관계가 있는 것으로 여겨진다. 또한 T<sub>3</sub> 및 T<sub>4</sub>의 첨가에 의해 기초대사량이 높아진다는 것은 사양시험 결과에서 나타난 증체량과 사료효율에 직접적으로 영향을 미친 것으로 판단된다. 즉 T<sub>3</sub> 및 T<sub>4</sub>의 첨가로 인해 기초대사량이 높아진다는 것은 에너지 섭취량이 높을 지라도 산화분해율이 높아짐에 따라 증체에 부의 영향을 미쳤음을 알 수 있다. 한편 T<sub>3</sub>는 T<sub>4</sub> 첨가구에 비하여 열발생량이 높은 경향을 보이고 있는데 이는 Freeman(1966)이 T<sub>3</sub>가 T<sub>4</sub>보다 활성이 높았다고 보고한 결과와 경향을 같이하는 것이다. 또한 Blum 등(1980)의 면양을 대상으로 연구한 보고에서 에너지를 제한할 때 T<sub>3</sub>는 감소하나 고에너지 사료를 급여할 때에는 T<sub>3</sub> 농도가 증가하였고 이는 혈청내 T<sub>3</sub>는 에너지 및 질소균형과도 상관이 있다는 것으로 미루어 사료내 T<sub>3</sub>의 첨가가 체내 에너지 대사를 증진시킴으로 인하여 증체량을 감소시킨 것으로 사료된다. T<sub>3</sub> 및 T<sub>4</sub>가 체내 생리적 활성 차이를 갖고 있음에도 불구하고 열발생량이 차이가 없는 것은 주목할 만한 것이며 앞으로도 연구가 필요할 것으로 사료된다.

이상에서와 같이 갑상선 호르몬의 경구투여는 성장 능력과 체내 대사에 영향을 주는 것으로 나타났다. 즉 T<sub>3</sub> 및 T<sub>4</sub>를 사료내 1.0ppm 이상 투여시 대사율이 증

가됨에 따라 증체량과 사료효율은 감소하였으나 체내 지방을 연소시켜 체지방 축적을 억제하는 한편 혈청내 해당 호르몬의 농도도 증가를 유도하였으며 특히 T<sub>3</sub>의 과잉 투여는 혈청 T<sub>4</sub> 농도를 감소시키는 경향이 있는 것으로 미루어 체내 T<sub>3</sub>의 과잉은 갑상선 호르몬의 feedback 억제 작용을 유도한다는 기존의 연구 보고와 일치하는 결과를 보였다.

## 적 요

본 시험은 브로일러 사료에 갑상선 호르몬(T<sub>3</sub> 및 T<sub>4</sub>)을 각각 0.1, 1.0 및 5.0(ppm/kg diet)으로 첨가 하였을 경우 사양성적, 체조성 및 혈청내 해당 호르몬 농도에 미치는 영향을 조사하기 위하여 실시하였다. 기초사료구 및 기초사료에 T<sub>3</sub> 및 T<sub>4</sub>를 각각 0.1, 1.0, 5.0ppm을 첨가한 총 7개 처리구에 처리당 3반복, 반복당 10 수를 공시하여 완전임의 배치하였다. 또한 매주 1회 혈액을 채취하여 혈청내 T<sub>3</sub> 및 T<sub>4</sub> 농도를 측정하였다. 6주간의 사양시험을 통하여 얻어진 결과는 다음과 같다.

1. 사료내 T<sub>3</sub> 및 T<sub>4</sub>의 첨가 수준에 따른 증체량은 대조구에 비하여 T<sub>3</sub> 0.1 및 T<sub>4</sub> 0.1, 1.0ppm 첨가구에서는 유의적인 차이는 없었으나(p>0.05), T<sub>3</sub>의 경우 1.0, 5.0ppm 및 T<sub>4</sub>는 5.0ppm 첨가구는 유의적으로 낮은 증체를 보였다(p<0.05).
2. 사료 섭취량은 T<sub>3</sub> 및 T<sub>4</sub> 5.0ppm 첨가시 대조구에 비하여 유의적으로 낮은 섭취량을 보였으며(p<0.05) 사료효율도 사료섭취량과 같은 경향을 보였다.
3. 사료내 T<sub>3</sub> 및 T<sub>4</sub> 첨가로 인한 체조성은 체지방 함

- 량만이 유의적으로 감소하였고( $p < 0.05$ ) 복강지방 함량도 체지방 함량과 같은 경향을 보였다.
4.  $T_3$  및  $T_4$  첨가에 따른 혈액의  $T_3$  및  $T_4$  농도는 해당 호르몬의 첨가 1.0ppm 수준 이상에서 유의적으로 높게 나타났으며( $p < 0.05$ )  $T_3$  첨가 수준이 높을수록  $T_4$  호르몬 농도는 낮아지고  $T_4$  첨가 수준이 높을수록  $T_3$  농도는 높아지는 경향을 보여주었다. 그러나 주령에 따른 농도 변화는 나타나지 않았다.
  5.  $T_3$  및  $T_4$  투여 24시간 후 측정된 열발생량은  $T_3$  및  $T_4$  첨가수준이 증가함에 따라 열발생량이 높아지는 경향을 보여주었다.

### 인용문헌

- Adamson LF and Ingbar SH 1967 Some properties of the stimulatory effect of thyroid hormones on amino acid transport by embryonic chick bone. *Endocrinology* 81:1372-1378.
- A.O.A.C 1990 Official Method of Analysis(14th ed.). Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
- Blum JW, Gingins M, Vitins P and Bickel H 1980 Thyroid hormone levels related to energy and nitrogen balance during weight loss and regain in adult sheep. *Acta Endocrinologica* 93:440-447.
- Burger O'Connell M and Scheidegger K 1987 Monodeiodination of triiodothyronine and reverse triiodothyronine during low and high calorie diets. *J Clin Endocrinol Metab* 65:829-835.
- Colin GS and Harvey S 1984 Hormones and growth in poultry. *J Poul Sci* 63:2026.
- Dalrymple RH, Baker PK, Doscher ME, Ingle DL and Ricks CA 1985 Effect of the repartitioning agent cimaterol on growth and carcass characteristics of limds. *J Anim Sci* 59: 258.
- Dalrymple RH, Baker PK, Gingham PE, Ingle DL, Pensack JM and Ricks CA 1984 A repartitioning agent to improve performance and carcass composition of broiler. *J Poul Sci* 63:2376.
- Danforth E 1983 The role of thyroid hormones and insulin in the regulation of energy metabolism. *Am J Clin Nutr* 38:1006-1017.
- Danforth E 1985 Hormonal adaptation to energy balance and imbalance and the regulation of energy expenditure. In: *Hormones, Thermogenesis, and Obesity*(HA Lardy and F Stratman, eds.)
- Deaton JW, Kubena LF, Chen TC and Reece FN 1974 Factors influencing the quantity of abdominal fat in broilers. 2. Cage versus floor rearing. *Poul Sci* 53:574.
- Falconer IR 1971 The thyroid glands. In: *Physiology and Biochemistry of the domestic fowl*. (D. J. Bell and B. M. Freeman, ed.). Vol. II, Chap. 17. Academic Press, New York.
- Freeman BM 1966 Physiological responses of the adult fowl to environmental temperature. *Poult Sci* 22:140-145.
- Harvey SR, Sterling J, and Klandorf H 1983 Concentrations of triiodothyronine, growth hormone, and luteinizing hormone in the plasma of thyroidectomized fowl(*Gallus domesticus*). *Gen Comp Endocrinology* 50: 275-281.
- Leung FC, Taylor JE and A. Van Iderstine 1985 Effects of dietary thyroid hormones on growth, plasam  $T_3$  and  $T_4$ , and growth hormone in normal and hypothyroid chickens. *General and Comparative Endocrinology* 59:91-99.
- May JK 1980 Effect of dietary thyroid hormone on growth and feed efficiency of broilers.



- Poult Sci 59:888-892.
- May JE 1982 Effect of dietary thyroid hormone on survival time during heat stress. Poult Sci 61:706-709.
- Ringer RK 1976 Thyroids, in "avian physiology". 3rd Ed. P.D. Sturkie, Ed. Ithaca. New York. Cornell Univ. Press. Chapter 18.
- Romijn C. and Lokhorst W 1961b Some aspects of energy metabolism in birds. In: 2nd symposium on energy metabolism. Wageningen. E.A.A.P. Publication No. 10. pp 49-59.
- Romijn C and Vreugdenhil EL 1969 Energy balance and heat regulation in the white leghorn fowl. Neth J Vet Sci 2(1):32-58.
- SAS 1990 Statistics for Personal Computer. SAS Institute Inc. Cary, NC.
- Stahl P and Turner CW 1961 Seasonal variation in thyroxine secretion rate in two strains of New Hampshire chickens. Poult Sci 40:239-242.
- van Es AJH, van Moer L, Janssen H, Bosch A, Spreewenburg E, Vogt JE and Nijkamp HJ 1970 Balance trial with laying hens. In: Energy metabolism of farm animals. pp. 201-204.