



## Xanthophylls과 해조 부산물 첨가 급여가 육계의 사양성적, 육색 및 항산화 특성에 미치는 영향

김창혁 · 이성기<sup>1</sup> · 이규호<sup>1\*</sup>

강원대학교 동물자원공동연구소, <sup>1</sup>동물자원과학대학

## Effects of Dietary Xanthophylls and See Weed By-Products on Growth Performance, Color and Antioxidant Properties in Broiler Chicks

Chang-Hyeug Kim, Sung-Ki Lee<sup>1</sup> and Kyu-Ho Lee<sup>1\*</sup>

*Institute of Animal Resources, Kangwon National University*

*<sup>1</sup>College of Animal Resources Science, Kangwon National University*

### Abstract

This experiment was conducted to investigate the effects of dietary pigment sources on the performance, color and antioxidant properties in broiler chick. Experimental diet was formulated to have isocalories and isonitrogen during the experiment period. Total xanthophylls content in the experimental diet was formulated to have 30 ppm. Experimental trials were done for five weeks with six treatment groups; T1 (Control), T2 (Olo Glo, natural yellow pigment), T3 (Kem Glo, natural red pigment), T4 (canthaxanthin, synthetic red pigment), T5 (asthaxanthine, natural red pigment), and T6 (seaweed by-products). Body weight gain and feed intake were significantly lower ( $p<0.05$ ) in T6 group than in other treatments. Mortality was lower in T2, T3 and T4 than in control, but higher ( $p<0.05$ ) in T5 and T6. The sources of pigments did not have any effects on the dressed carcass and abdominal fat pad ( $p>0.05$ ). The gizzard weight was significantly lower in T6 ( $p<0.05$ ) than in others. Pigmentation of leg skin was significantly lower ( $p<0.05$ ) in control and T6. Effects of dietary pigments was greater with red pigments than with yellow pigments, and those were also greater with natural pigments than with synthetic ones. The peroxide value (POV), thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) and pH values of chicken meat were increased ( $p<0.05$ ) in all treatments at 12 day storage, and was higher ( $p<0.05$ ) in pigments supplementation group. No differences of CIE L\*(lightness) and b\*(yellowness) were not found by storage days and xanthophylls sources. The a\*(redness) after 12 day storage was significantly ( $p<0.05$ ) decreased in all treatments, but those of T4 and T5 were higher than those of others. These results showed that feeding of xanthophylls sources to chick could improve color intensity and inhibit lipid oxidation of leg meat.

**Key words** : pigmentation, xanthophylls, color properties, antioxidant, broiler

### 서론

소비자들에 의한 닭고기 선택기준은 다양하지만, 시각적 인 지표 중에서 소비자들에게 가장 영향을 미칠 수 있는 요

소는 유럽에서는 피부색이고(Lipstein, 1989), 일본의 경우에는 피부색 보다 육색을 더 선호하는 경향(Akiba et al., 2001) 이 있는 반면에 한국의 소비자들은 일반적으로 이 두 요인 모두가 중요한 지표로 작용한다고 판단된다.

이러한 경향은 예로부터 토종닭을 주로 섭취하여 왔던 우리나라의 식생활 습관과 깊은 관련이 있다고 사료된다. 특히, 최근에는 소비자들은 닭고기에 특정 영양성분을 강화시킨 축산물을 선호하는 경향을 보이면서 생산자들도 소비자들이

\* Corresponding author : Kyu-Ho Lee, College of Animal Resources Science, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea. Tel: 82-33-250-8633. Fax: 82-33-255-8639, E-mail: khlee@kangwon.ac.kr

요구하는 육색과 기능성을 동시에 충족시킬 수 있는 방안을 모색하고 있다. 이를 위하여 여러 가지 기능성 첨가제를 사용하고 있으나, 아직도 소비자들의 욕구를 완전히 충족시키지는 못하고 있는 실정이다. 닭고기의 피부색은 소비자들의 구매의욕을 증진시킬 수 있기 때문에 생산물의 가치를 증진시키기 위한 중요한 인자로 작용한다(Ouart et al., 1988). 닭고기의 착색은 사료원료 중의 xanthophylls에 의하여 이루어지는데 이 물질은 항산화 기능을 제공(Burton, 1989)하거나, 면역반응을 증진(Bendich, 1989)시키는 등 체내 방어기능을 담당하는 구성물질로서도 중요하다. 가금 사료에서 xanthophylls의 양과 이용성은 원료에 따라 민감하게 변화하는데, Han 등(1989)은 육계에 천연 및 합성 착색제의 착색효과를 비교한 결과 차이가 없었다고 한 반면, Kim 등(2003)은 육계에 대한 천연 및 합성착색제의 착색효과를 비교한 결과 합성착색제가 천연착색제에 비하여 우수하지만, 천연착색제가 합성착색제보다는 폐사율에 있어서 좋은 결과를 보였다고 하였다. 한편, Bauernfeind와 Marusich(1974)은 붉은색 계통의 canthaxanthin은 천연착색제와 함께 사용하면 높은 착색 효율을 얻을 수 있다고 하였고, Um 등(1990)은 시판 착색제에 비하여 옥수수내 함유된 xanthophylls가 착색효율이 높다고 지적한 바 있다. 닭고기의 착색도는 주로 사료중의 xanthophylls에 의한 것으로 특히 lutein과 zeaxanthin은 가금용 사료에 주요한 xanthophylls로서 사료 원료에 따라 색상에도 차이를 나타낸다. 해조류에 함유된 xanthophylls는 lutein, zeaxanthin 및 cryptoxanthin으로 대별할 수 있으며, 그 중에서도 lutein 함량이 사료 100 g중 9.47 mg으로 가장 높았으며, zeaxanthin은 0.47 mg으로 낮은 수준으로 존재한다(Akiba et al., 2001). 이와 같이 해조류 내 높은 lutein 함량은 항산화 기능을 부여하는데 적절한 xanthophylls로 여겨진다.

고기의 지방산화 문제는 오래전부터 관심의 대상이 되어 왔다. 특히, 닭고기의 지방 산화는 쇠고기나 돼지고기보다 지방 산화가 빨리 일어나기 때문에 이를 지연시킬 수 있는 방안을 모색하는 것이 우선 과제라 여겨진다. 지방의 산화는 고기의 화학적 성질을 변화시킴으로서 향기, 냄새, 색깔 및 영양가 조성에 좋지 않은 영향을 미치며, 상품의 가치도 상실되어 버린다. 최근에는 xanthophylls이 근육의 항산화제(Britton, 1995; Clark et al., 1999; Sujak et al., 1999)로 작용한다고 평가된 이후 이에 대한 관심이 고조되고 있다. 따라서 닭고기의 보존력 향상 및 건강기능성 증진을 위한 효율적인 방법은 사료를 통하여 기능성 물질이 생체 내에서 자연스럽게 전달되도록 하는 것이다.

따라서 본 시험에서는 사료에 천연 또는 합성 xanthophylls 및 해조 부산물의 첨가 급여가 육계의 성장, 피부착색도, 다리육의 육색 및 저장 중 지방산화도에 미치는 영향을 비교

검토하여 닭고기의 품질을 증진시킬 수 있는지에 대한 가치를 평가하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 시험설계 및 사양관리

본 시험은 여러 가지 착색제의 첨가 효과를 관찰하기 위하여 전, 후기 구분 없이 사료 단백질 수준을 20%로 하고 대사에너지 수준을 3,100 kcal/kg으로 하였다(Table 1). 사료의 xanthophylls 함량은 옥수수 11 ppm/ton이고 corn gluten meal에 130 ppm/ton으로서 시험사료의 total xanthophyll activity는 8.54 ppm/ton이었다(Kim 등, 2003). 착색제 첨가수준은 기본적으로 사료에 함유된 xanthophylls 함량을 고려하여 총 30 ppm/ton이 되도록 하였다. 본 시험에 이용한 착색제는 천연 황색 xanthophylls로 Oro Glo®(Kemin Co., Singa-

Table 1. Formulation of the basal diet for the experiment

Ingredient	%
Corn	55.21
Wheat bran	10.0
SBM (CP 45%)	26.23
Corn gluten meal	2.0
Fish meal	1.0
Animal fat	2.66
Limestone	0.19
TCP	1.69
Salt	0.2
DL-Methionine	0.37
Lysine-HCl	0.18
Vitamin premix <sup>1)</sup>	0.15
Mineral premix <sup>2)</sup>	0.12
Total	100.00
Calculated composition	
ME (Kcal/kg)	3,100
CP (%)	20.0
E.E. (%)	5.58
Ash (%)	4.78
Ca (%)	0.80
P (%)	0.65

<sup>1)</sup> Provided per kg of complete diet : 9,000,000 IU Vitamin A, 2,100,000 IU Vitamin D<sub>3</sub>, 15,000 IU Vitamin E.

<sup>2)</sup> Provided per kg of complete diet : 40,000 mg Fe, 3,500 mg Cu, 55,000 mg Zn, 50,000 mg Mn, 300 mg Co, 600 mg I, 130 mg Se.

<sup>3)</sup> Commercial diet contains natural xanthophylls in grain.

pore), 천연 적색 xanthophylls로 Kem Glo®(Kemin Co., Singapore)와 Asthaxanthin(Rosa F.B., First Biotech., Korea)을 이용하였으며, 합성 적색 xanthophylls로는 canthaxanthin(Cheilbio Co., Korea)을 이용하였다. 한편 rutein 함량이 풍부한 미역 및 톳 부산물을 1:1로 혼합한 해조부산물을 이용하였다. 이때 사용된 해조 부산물의 수분 함량은 9~12%이었으며, 염분 농도는 약 7~9% 이었다.

시험에 있어서 처리구는 대조구(T1), Oro Glo®첨가구(T2), Kem Glo® 첨가구(T3), canthaxanthin 첨가구(T4), astaxanthin 첨가구(T5) 및 해조 부산물 첨가구(T6)로 나누어 총 6처리 3반복 반복당 15수씩 총 270수의 브로일러를 이용하여 5주간 사양시험을 수행하였다. 시험사료는 가루형태로 자유채식토록 하였으며, 물은 자동급수기를 이용하여 자유로이 음수토록 하였다. 체중 및 사료 섭취량은 매주 측정하여 증체량, 사료 섭취량 및 사료효율을 계산하였다.

## 조사항목 및 조사방법

### 1) 증체량, 사료 섭취량 및 사료 요구율

시험동물은 시험기간 동안 한 반복당 철제망으로 칸막이 (3 m × 2.5 m)를 한 하우스 평사에 수용하여 물과 사료를 자유섭취토록 하였으며, 사료 섭취량은 사료 급여량에서 잔량을 제하여 구하였고, 사료 요구율은 시험 기간 중의 사료 섭취량을 총 증체량으로 나누어 구하였다. 체중은 매주 측정 4시간 절식시킨 후 측정하여 주별 증체량을 구하였다.

### 2) 도체율 및 내장무게 측정

사양시험 종료 후 각 시험구에서 평균체중에 가까운 수컷을 3수씩 선발하여 도체율을 측정하였고, Deaton 등(1974)의 방법에 의하여 내장조직을 제거하는 동시에 늑골내의 근위, 장, 총배설장 및 복부근육 주위에 부착된 지방조직을 취하여 복강지방을 측정하였으며, 근위의 무게를 측정하였다.

### 3) 착색 판정 및 육색 측정

육색측정을 위하여 5주간의 사양시험이 종료된 즉시 단두 도살하여 혈액이 더 이상 흐르지 않을 때까지 약 1분~1분 30초간 방혈한 후 다리 부분을 채취하여 시료로 이용하였다. 육안으로 보이는 닭고기의 착색 정도를 표시하기 위하여 각각 3인의 판정인을 두어 Roche Color Fan을 이용하여 다리 피부의 색도를 측정하였다. 육색은 색차계(Yasuda Seiko Co, CR-300, Minolta, Japan)를 사용하여 시료를 평평하게 펼친 다음 CIE L\*(lightness), a\*(redness), b\*(yellowness) 값을 10회 반복하여 측정하였으며, 이때 표준백색판의 색도값은 Y=93.7, x=0.3120 및 y=0.3194이었다.

### 4) pH 및 지방산패도

pH는 시료 10 g에 증류수 100 mL를 가하여 homogenizer로 8,000 rpm에서 30초간 균질화한 후 pH meter(Orion, model 520A, USA)를 이용하여 측정하였으며, TBARS(Thiobarbituric acid reactive substance)는 Sinnhuber와 Yu(1977)의 방법을 약간 수정하여 다음과 같이 실시하였다. 시험관에 세절육을 0.4 g 정량하여 항산화제 용액(propylene glycol + warm tween + BHT + BHA) 2~3방울, TBA 용액 3 mL, TCA-HCl 17 mL를 넣고 vertex에서 2~3초간 혼합하였다. 시험관의 마개를 닫고 100°C 이상의 물에서 30분간 가열한 후 냉각하였다. 마개를 열어 5 mL의 반응액을 새 시험관에 옮기고 여기에 chloroform 2 mL를 넣은 다음 3,000 rpm에서 15분간 원심분리시켜 상등액을 532 nm에서 측정하였다. 과산화물가(Peroxide value; POV)는 Shantha와 Decker(1994)의 방법에 준하여 실시하였다. 이때 닭고기의 저장은 폴리에틸렌 포장지에 합기 포장하여 시료로 이용하였다.

### 통계처리

본 시험에서 얻어진 자료의 통계처리는 SAS Package Program(1995)에 의하여 분산분석을 실시하였으며, 처리평균간의 유의성 검정은 Duncan의 다중검정법을 이용하여 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### Xanthophylls와 사양성적

사료에 천연 또는 합성 xanthophylls 및 해조부산물을 첨가하여 5주간 급여한 사양성적과 폐사율은 Table 2와 같다. 증체량은 적색 착색제 계통의 canthaxanthin 첨가구(T4)와 Kem Glo® 첨가구(T3)가 높은 경향을 보였으나, 대조구와 유의적인 차이(p>0.05)가 없었던 반면, 해조류를 첨가한 T6구는 가장 낮은 증체(p<0.05)를 보였다. 착색제가 증체량과 전혀 관계가 없다는 것은 이미 여러 보고(Kim et al., 2003; Perez-Vendrell et al., 2001; Um et al., 1990)에 의해서도 입증된 바 있다. 사료 섭취량은 대조구와 착색제 첨가구들 사이에는 차이가 없었으나(p>0.05), T6구만이 유의적으로 낮았다(p<0.05). 사료효율은 T2구와 T6구가 다른 처리구에 비하여 비교적 효율이 떨어지는 경향이였다. 한편, 양계 경영과 관련이 매우 깊은 폐사율은 대조구의 2.94%에 비하여 T2, T3 및 T4는 각각 1.47%, 0% 및 0%로 낮았으나, T5 및 T6구는 5.88% 및 7.84%로 높았다(p<0.05). 사양성적 및 폐사율을 종합하여 고려하였을 때 첨가제의 가치는 T6구가 가장 저조하게 나타났는데, 그 이유는 해조부산물의 높은 염분함량으로 인하여 사료 내 염분 농도가 높아져 염분중독에 의한 연변

**Table 2. Effects of dietary pigments sources on growth performance and mortality of broiler chicks**

Treatment	Weight gain (g)	Feed intake (g)	Feed efficiency	Mortality (%)
T1	1625.8	3093.5	1.96	2.94
T2	1576.6	3103.5	2.03	1.47
T3	1661.2	3198.8	1.98	0.00
T4	1659.8	3149.0	1.95	0.00
T5	1623.4	3108.5	1.96	5.88
T6	1417.0	2722.4	2.01	7.84
SEM	101.9	135.0	0.14	3.51
Significance	*	*	NS	*

T1, Control; T2, Olo Glo 30 ppm; T3, Kem Glo 30 ppm; T4, Canthaxanthin 30 ppm; T5, Astaxanthin 30 ppm; T6, Seaweed 6%.

\* Means in the same column differ significantly ( $p < 0.05$ ).

NS : not significant.

증상을 일으킴으로서 사료의 이용성이 떨어져 폐사율도 높아진 것이 그 원인이라 여겨진다.

### Xanthophylls와 도체율 및 피부착색도

도체율, 복강지방, 근위무게 및 피부착색도 측정 결과는 Table 3과 같다. 도체율과 복강지방 함량은 대조구와 처리구 간에 유의적인 차이( $p > 0.05$ )가 없었는데, 이와 같은 결과는 착색제가 사료내 지방함량에 의하여 흡수율이 달라지지만, 체내 지방 축적과는 관련이 없으며, Kim 등의 보고(2003)

**Table 3. Effects of dietary pigments sources on carcass rate, gizzard weight and SCS of broiler chicks**

Treatment	Dressed carcass (%)	Abdominal fat pad (%)	Gizzard weight (g/bird)	SCS**
T1	68.0	2.60	33.4	2.7
T2	65.1	2.34	34.6	3.3
T3	65.7	2.81	35.2	5.7
T4	69.1	2.83	32.6	4.0
T5	67.1	2.74	34.6	5.3
T6	65.5	2.20	29.4	2.7
SEM	2.37	0.52	1.68	1.05
Significance	NS	NS	*	*

T1, Control; T2, Olo Glo 30 ppm; T3, Kem Glo 30 ppm; T4, Canthaxanthin 30 ppm; T5, Astaxanthin 30 ppm; T6, Seaweed 6%.

\* Means in the same column differ significantly ( $p < 0.05$ ).

NS : not significant.

와 같은 경향을 보였다. 한편 근위무게는 대조구나 착색제구에 비하여 T6구가 유의적( $p < 0.05$ )으로 낮은 증량을 보이고 있는데, 이는 해조부산물의 첨가로 인한 사료의 물성이 조악하게 변한 영향보다는 섭취한 내용물이 염분농도로 인하여 근위에서 머무는 시간이 짧아져 근위의 운동량이 적어지면서 증량도 낮아진 것으로 생각된다. Kim(2000)은 사료의 물성이 조악한 사료의 섭취는 가금의 근위운동을 증가시켜 근위의 증량을 높였다고 보고한 바 있다.

본 시험의 조건에서 다리 착색도를 비교한 결과 대조구와 해조분말 첨가구가 2.7로 가장 낮게 나타났으며, 천연 황색 착색제를 첨가하였을 경우에는 약간의 착색효과를 나타내었으나, 천연 및 합성 적색착색제(T3, T4와 T5)를 첨가 급여한 구에서는 착색효과가 우수하게 나타났다. 한편 적색착색제 중에서도 천연 적색착색제(T3와 T5)가 합성 적색착색제(canthaxanthin, T4)에 비하여 우수한 효과를 보였는데, 이와 같은 결과는 Kim 등(2003)이 천연착색제에 비하여 합성착색제의 착색효과가 우수하다고 한 것과는 다른 경향을 보였다. 한편, Bauernfeind와 Marusich(1974)은 붉은색 계통의 canthaxanthin을 천연착색제와 병용하여 사용하면 높은 착색효율을 얻을 수 있다고 하여 이에 대한 검토도 이루어져야 할 것이다.

### Xanthophylls와 항산화 특성

여러 착색제를 첨가 급여한 닭고기의 pH, POV 및 TBARS를 측정된 결과는 Table 4와 같다. 도살 직후 닭고기의 pH는 대조구의 5.81에 비하여 처리구가 5.92에서 5.99 사이로 비교적 높았으나, 유의적인 차이는 나타나지 않았다( $p > 0.05$ ). 한편, 저장 12일 후의 닭고기의 pH는 대조구의 6.10에 비하여 처리구가 6.20에서 6.48 사이로 유의적( $p < 0.05$ )으로 높게 나타났다. 닭고기의 물리적 성질 중 pH는 신선도, 보수성, 연도, 결착력, 육색 및 조직감 등에 크게 영향을 미치며, 저장성에 있어서도 중요한 요인으로 작용하기 때문에 고기의 품질특성을 관찰할 때 반드시 측정해야 한다. 따라서 이러한 관점에서 보았을 때 본 시험의 pH 결과만으로는 착색제가 닭고기의 저장 안정성에 효과가 크지 않을 것으로 여겨질 수 있다. 한편 Kim 등(2003)은 다리육이 가슴육에 비하여 높은 pH를 보였고, 저장기간이 길어짐에 따라 canthaxanthin 첨가구가 lutein, astaxanthin 및 capsanthin 첨가구에 비하여 높은 pH를 보였다고 하여 착색제가 pH에 미치는 영향에 대하여는 앞으로도 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

닭고기의 저장성을 조사하기 위하여 닭 다리육을 3°C에서 저장기간(12일) 및 처리에 따른 TBARS와 POV를 조사하였다. POV값은 저장기간에 따라 모든 처리구가 유의적( $p < 0.05$ )으로 높아졌으나, 처리 간에 있어서는 T3, T5 및 T6

구의 POV값은 다른 구에 비하여 지방의 산화가 억제된 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 지방의 산화억제에 천연착색제(lutein, asthaxanthin)가 합성착색제(canthaxanthin)에 비하여 효과가 높다는 것을 의미한다. Kim 등(2003)은 여러 가지 xanthophylls를 급여한 닭고기의 POV를 측정된 결과, asthaxanthin과 lutein이 canthaxanthin 및 capsanthin에 비하여 지방의 산화를 지연시키는 효과가 있었다고 하여, 본 시험과 비슷한 결과를 보였다. TBARS 값은 저장기간 12일 후에 전 처리구가 유의적(p<0.05)으로 높아졌으며, 특히 T2와 T3구는 다른 처리구에 비하여 지방산패를 지연시켰는데, 이러한 결과는 천연착색제가 합성착색제에 비하여 항산화 효과가 우수하다고 볼 수 있다. 따라서 착색제는 닭고기의 지방산화를 억제함으로써 육미 및 육향을 오래 지속시킬 수 있는 가능성을 제시하였다고 본다. 결과적으로 pH, POV 및 TBARS

의 결과를 종합하여 보았을 때 착색제를 첨가하는 것이 첨가하지 않는 것에 비하여 사료비 부담은 있으나, 인체건강과 닭고기 생산의 산업적 측면에서는 가치가 있는 것으로 판단된다.

**Xanthophylls와 육색**

육색은 도체 후 myoglobin, hemoglobin 및 cytochrome c와 같은 heme pigments와 근육조직의 형태학적 및 생화학적 변화에 의하여 주로 결정된다. 고기에서 heme pigments와 myoglobin 농도는 산란계, 오리 및 거위육에 비하여 육계에서 낮으며(Froning, 1995), 또한 근육내 myoglobin 농도는 가슴육에 비하여 다리육에서 높게 나타난다(Kranen et al., 1999). 따라서 본 시험에서는 다리육을 3℃에서 12일 동안 저장하여 육색의 변화를 측정하였다(Table 5). 착색제의 첨

**Table 4. Effects of dietary pigments sources on pH, POV and TBARS of broiler leg meat during storage at 3℃**

Treatment	pH		POV		TBARS	
	0 day	12 days	0 day	12 days	0 day	12 days
T1	5.81**	6.10	0.019**	0.061	0.026**	0.56
T2	5.92**	6.34	0.013**	0.056	0.025**	0.42
T3	5.92**	6.20	0.018**	0.036	0.024**	0.47
T4	5.92**	6.35	0.015**	0.052	0.022**	0.55
T5	5.96**	6.30	0.018**	0.029	0.024**	0.50
T6	5.99**	6.48	0.015**	0.035	0.021**	0.51
SEM	0.01	0.21	0.00	0.01	0.01	0.01
Significance	*	*	*	*	*	*

T1, Control; T2, Oro Glo 30 ppm; T3, Kem Glo 30 ppm; T4, Canthaxanthin 30 ppm; T5, Astaxanthin 30 ppm; T6, Seaweed 6%.

\* Means in the same column differ significantly (p<0.05).

\*\* Means in the same row differ significantly (p<0.05).

**Table 5. Effects of dietary pigments sources on color difference value of broiler leg skin during storage at 3℃**

Treatment	Lightness (L*)		Redness (a*)		Yellowness (b*)	
	0 day	12 days	0 day	12 days	0 day	12 Days
T1	57.54**	58.91	13.15**	6.91	8.06 <sup>NS</sup>	7.24
T2	52.88**	56.33	13.64**	7.24	7.97 <sup>NS</sup>	8.24
T3	54.31**	55.59	13.48**	6.98	8.16 <sup>NS</sup>	8.51
T4	57.40**	57.10	13.24**	8.65	8.86 <sup>NS</sup>	8.64
T5	58.16**	57.71	13.99**	8.23	8.86 <sup>NS</sup>	8.49
T6	57.53**	57.86	13.76**	7.12	9.21 <sup>NS</sup>	8.73
SEM	0.43	0.19	0.50	0.49	0.28	0.19
Significance	*	*	NS	*	NS	*

T1, Control; T2, Oro Glo 30 ppm; T3, Kem Glo 30 ppm; T4, Canthaxanthin 30 ppm; T5, Astaxanthin 30 ppm; T6, Sea weed 6%.

\* Means in the same column differ significantly (p<0.05).

\*\* Means in the same row differ significantly (p<0.05).

NS: Not significant.

가에 따른 명도(lightness,  $L^*$ )는 착색제 종류에 따른 차이가 없었으며, 심지어 저장 12일 후에도 그러한 경향은 나타나지 않았다. 그러나 각 처리마다 저장기간에 따른 명도 변화는 모든 처리구에서 유의적으로 높아졌는데, 특히 천연 yellow 착색제를 첨가한 T2구의 변화가 가장 현저하였다. 한편, 적색도(redness,  $a^*$ )는 저장기간에 따라 모든 처리구가 유의적으로 낮아졌으며, 저장 12일째의 처리별 결과는 대조구가 5.91로 가장 낮았으며, 합성착색제인 canthaxanthin 첨가구인 T4 및 asthaxanthin 첨가구인 T5구가 대조구에 비하여 유의적( $p<0.05$ )으로 높게 나타났다. Kim 등(2003)은 가슴육과 다리육의 적색도를 측정된 결과 가슴육에 있어서는 canthaxanthin 첨가구가 다른 착색원료 첨가구에 비하여 높았으나, 다리육에서는 저장 3일까지는 canthaxanthin 첨가구가 높았던 반면 저장 3일 이후부터 9일째까지는 asthaxanthin이 높았다고 하여 본 실험의 결과와 일치하였다. 황색도(yellowness,  $b^*$ )는 모든 처리간에 어떠한 영향도 없었으며, 저장 기간에 따른 변화도 나타나지 않았으나, 천연 yellow xanthophylls를 첨가한 T2에 있어서는 저장 전보다 저장 후에 약간 증가하는 경향을 보였다. 그러나 이와 같은 결과는 황색색소의 영향으로 보기에 다소 무리가 있고, 시험 오차일 가능성이 높다고 사료된다. Kim 등(2003)은 황색색소인 lutein이 대조구에 비하여는 높은 황색도를 보였으나, canthaxanthin에 비하여는 황색도가 낮아 황색도에 있어서도 적색 xanthophylls인 canthaxanthin이 우수하다고 하여 본 실험과는 다른 결과를 보고하였다.

이상에서와 같이 착색제의 첨가가 사양성적에는 효과가 없었으나, 일부 처리구에서 폐사율이 낮았고, 항산화 및 착색 기능이 있기 때문에 소비자들의 건강 및 육색에 대한 선호도를 고려하였을 경우에 적절한 xanthophylls을 육계사료에 이용하는 것이 육계산업 발전에 기여할 것이라 사료된다.

## 요 약

본 시험은 천연 및 합성착색제와 해조부산물의 첨가가 육계의 육성 성적, 착색도, 항산화도 및 선택에 미치는 영향을 구명하기 위하여 실시하였다. 시험사료는 단백질과 에너지를 동일 수준으로 배합하였고, 사료내 xanthophylls 함량은 총 30 ppm이 되도록 하였다. 시험처리구로는 대조구(무첨가구, T1), Oro Glo 첨가구(천연황색소, T2), Kem Glo 첨가구(천연적색소, T3), canthaxanthin 첨가구(합성적색소, T4), asthaxanthin 첨가구(천연적색소, T5)와 해조부산물 첨가구(T6)로 나누어 5주간 사양시험을 수행하였다.

증체량과 사료 섭취량은 대조구에 비해 T6구에서 유의적으로 낮았으나( $p<0.05$ ), 착색제 종류에 따른 차이는 없는 것

으로 나타났다. 폐사율은 대조구에 비해 T2, T3 및 T4에서 낮았고, T5 및 T6구에서는 현저하게 높게 나타났다( $p<0.05$ ). 도체율과 복강내지방은 처리구간 착색제에 따른 차이는 볼 수 없었으나, 근위무게는 T6구에서 가장 적은 것으로 나타났다( $p<0.05$ ). 다리 착색도는 대조구와 T6구에서 가장 낮았고( $p<0.05$ ), 착색효과에 있어서는 황색 착색제보다 적색 착색제에서, 그리고 합성착색제보다는 천연착색제에 의한 효과가 우수한 것으로 나타났다( $p<0.05$ ). 닭고기의 POV, TBARS 및 pH는 저장 12일 이후 모든 처리구에서 증가하였고( $p<0.05$ ), 처리 간 차이는 대조구보다 착색제 첨가구가 높게 나타났다( $p<0.05$ ). 육색에서 CIE  $L^*$ (명도)값과  $b^*$ (황색도)값은 저장기간 및 착색제 종류에 따른 차이는 없었다.  $a^*$ (적색도)값은 저장 12일 후 모든 처리구가 감소( $p<0.05$ )하였으나, T4와 T5구의  $a^*$ 값이 다른 처리구에 비하여 높았다( $p<0.05$ ). 이상의 결과를 종합하여 볼 때 xanthophylls 종류에 따라 육색에 영향을 미치고, 저장 중 지방산화가 억제되었다.

## 감사의 글

본 논문은 한국과학기술재단 목적기초연구(R01-2000-000-00209-0(2000) 지원으로 수행되었으며, 본 연구를 수행함에 있어서 착색제를 제공하여 주신 Kemin사와 제일바이오사에 감사드립니다. 아울러 본 과제에 분석에 도움을 주신 강원대학교 동물자원공동연구소에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. Akiba, Y., Sato, K., Takahashi, K., Toyomizu, M., Matsushita, K., and Komiyama, H. (2001) Meat color of broiler chickens as affected by age and feeding of yeast *Phaffia rhodozome* containing high concentrations of astaxanthin. *Animal Science Journal* **72**, 147-153.
2. Bauernfeind, J. C. and Marusich, W. S. (1974) Canthaxanthin-An avian and salmonid tissue pigmenter. *Proceed. XV World Poult. Congr., New Orleans, LA.*, pp. 1-7.
3. Bendich, A. (1989) Carotenoids and immune response. *J. Nutr.* **119**, 112-115.
4. Britton, G. (1995) Structure and properties of carotenoids in relation to function. *FASEB J.* **9P**, 1551-1558.
5. Burton, G. W. (1989) Antioxidant action of carotenoids. *J. Nutr.* **119**, 109-111.
6. Clark, T. H., Faustman, C., Chan, W. K. M., Furr, H. C., and Reisen, J. W. (1999) Canthaxanthin as an antioxidant in a liposome model system and in minced patties from

- rainbow Trout. *J. Food Sci.* **64**, 982-986.
7. Costilow, R. N., Batshon, B. A., Bratzier, L. J., and Robach, D. A. (1955) Interaction between ascorbic acid and psychrophilic bacteria associated with the discoloration of prepackaged beef. *Food Technol.* **9**, 560-564.
  8. Deaton, J. W., Kubena, L. F., Chen, T. C., and Reece, F. N. (1974) Factors influencing the quantity of abdominal fat in broilers. 2. Cage versus floor rearing. *Poultry Sci.* **53**, 574-576
  9. Froning, G. W. (1995) Color of poultry meat. *Poultry and Avian Biology Review* **6**, 83-93.
  10. Han, I. K., Choi, Y. J., Kim, H. D., and Woo, J. H. (1989) Studies on the pigmentation of natural and synthetic pigmenter in broilers. *Kor. J. Anim. Nutr. Feed.* **13**, 102-106.
  11. Kim, C. H., Kim, H. J., Harm, Y. H., Lee, S. K., and Lee, K. H. (2003) Influence of dietary natural and synthetic pigments on growth performances, skin pigmentation and color difference in broiler chicks. *Korean J. Poult. Sci.* **30**, 35-40.
  12. Kim, C. H., Ra, C. S., and Song, Y. H. (2000) Feeding effects of extruded poultry manure on growth performance, body composition and profitability in broiler chicks. *Korean J. Anim. Sci & Technol.* **42**, 315-324.
  13. Kim, H. J., Yang, S. W., Lee, K. H., Kim, C. H., and Lee, S. K. (2003) Effect of dietary xanthophylls supplementation on the antioxidant and color properties of broiler meat. *Korean J. Poult. Sci.* **30**, 177-182.
  14. Kranen, R. W., Van Kuppevelt, T. H., Goedhart H. A., Veerkamp, C. H., Lambooy, E., and Veerkamp, J. H. (1999) Hemoglobin and myoglobin content in muscles of broiler chickens. *Poultry Sci.* **78**, 467-472.
  15. Lipstein, B. (1989) Meat quality in broilers with particular reference to pigmentation. In *Recent Advance in Animal Nutrition*, Haresign W., and Cole, J. A.(eds.), Butterworths, London, pp. 17-41.
  16. Mitsumoto, M., Cassens, R. G., Scheafer, D. M., and Scheller, K. K. (1991) Pigment stability improvement in beef steak by ascorbic acid application. *J. Food Sci.* **56**, 857-864.
  17. Okayama, T., Imai, T., and Yamanoue, M. (1987) Effect of ascorbic acid and alpha-tocopherol on storage stability of beef steaks. *Meat Sci.* **21**, 267-273.
  18. Quart, M. D., Bell, D. E., Janky, D. M., Dukes, M. G., and Marion, J. E. (1988) Influence of source and physical form of xanthophyll pigment on broiler pigmentation and performance. *Poultry Sci.* **67**, 544-548.
  19. SAS (1995) SAS/STAT Software for PC. Release 6.11, SAS institute, Cary, NC, USA.
  20. Shantha, N. C. and Decker, E. A. (1994) Rapid, sensitive, iron-based spectrometric methods for determination of peroxide values of food lipids. *J. AOAC International* **77**, 421-426.
  21. Sinnhuber, R. O. and Yu, T. C. (1977) The 2-thiobarbituric acid reaction, an objective measure of the oxidative deterioration occurring in fats and oils. *J. Jap. Soc. Fish. Sci.* **26**, 259-267.
  22. Sujak, A., Gabrielska, J., Grudzinski, W., Borc, R. B., Mazurek, P., and Gruszecki, W. (1999) Lutein and zeaxanthin as promoters of lipid membranes against oxidative damage: The structural aspects. *Achiv. Biochem. Biophys.* **371**, 301-307.
  23. Um, J. S., Namkung, H., and Paik, I. K. (1990) The effects of pigments on the pigmentation of broiler chickens. *Kor. J. Anim. Nutr. Feed.* **14**, 71-77.

---

(2004. 3. 4. 접수 ; 2004. 4. 21. 채택)