

## 사료 내 무청 및 시금치 급여가 육계의 조직 내 루테인 축적을 및 육질에 미치는 영향

강근호\* · 김상호 · 김지혁 · 강환구 · 김동욱 · 조수현 · 성필남 · 박범영 · 함준상 · 김동훈  
농촌진흥청 국립축산과학원

### Effects of Dietary Radish Green and Spinach on Meat Quality and Lutein Accumulation in Broiler Tissue

Geun-Ho Kang\*, Sang-Ho Kim, Ji-Hyuk Kim, Hwan-Ku Kang, Dong-Wook Kim, Soo-Hyun Cho, Pil-Nam Seong, Beom-Young Park, Jun-Sang Ham, and Dong-Hun Kim  
National Institute of Animal Science, Rural Development Administration, Suwon 441-706, Korea

#### Abstract

This experiment was conducted to investigate the effects of dietary supplementation with lutein-containing materials on meat quality and lutein accumulation in broiler tissue. Broilers were subjected to one of the following treatments: C, basal diet (BD); T1, BD + 2.223% lutein from spinach extracted by ethanol fermentation; T2, BD + 2% radish green powder; T3, BD + 0.61% spinach powder; and T4, BD + 1.83% spinach powder. The weight gain, feed intake, and feed conversion did not differ among treatments. An evaluation of the color of the chicken breast meat revealed that the CIE  $L^*$  value of the control was significantly ( $p < 0.05$ ) lower than that of the other treatments, whereas T4 had a significantly ( $p < 0.05$ ) lower CIE  $a^*$  value and a higher ( $p < 0.05$ ) CIE  $b^*$  value than the other treatments. The lipid oxidation (thiobarbituric acid reaction substances, TBARS) value was not significant among treatments. The results of a high performance liquid chromatography analysis revealed that the lutein peak was present only in the T4 liver tissue. These results showed that spinach powder (T4) affected meat color (CIE  $a^*$  and  $b^*$ ) however, TBARS and lutein accumulation were not affected.

**Key words:** chicken meat, lutein, meat quality, spinach

#### 서 론

닭고기에 있어서 육색은 소비자들의 기호성과 구매 시 품질을 인지하는데 매우 중요한 요인이다(Ouart *et al.*, 1988). 가금육의 피부 색깔은 사료 내 카로티노이드를 첨가 급여함으로써 피부와 피하지방에 축적되어 착색효과가 있어 많이 이용되고 있으며, 또한 카로티노이드는 성장대사에도 관련이 있다(Schiedt, 1998). 닭에게 카로티노이드를 사료에 첨가 급여하는 것은 일부의 비타민 A를 합성하고(Sklan *et al.*, 1989; Surai and Speake, 1998), 신체손상을 방어하거나 생리적인 산화방지를 위함이며(Burton, 1989), 이로 인해 면역반응이 강화되기 때문이다(Prabhala *et al.*, 1991).

닭고기는 전 세계 모든 사람들이 좋아하는 식품이다. 이

는 닭고기가 지방함량은 낮은 반면 다가불포화지방산의 함량이 높아 영양적으로 우수한 특성을 가지고 있기 때문에 특정 불포화지방산을 강화하기 위해 전략적인 생산이 이루어지고 있다(Bourre, 2005). 그러나, 닭고기 내 다가불포화지방산 함량이 높을 경우 산화가 촉진되어 풍미, 육색, 조직감 및 영양가 등이 저하되므로(Mielnick *et al.*, 2006), 지질산화를 예방하기 위해 대부분 항산화제 및 진공포장을 하여 저장 중 산소의 접촉을 차단하는 방법을 이용하고 있다(Tang *et al.*, 2001). 항산화제의 첨가는 식육의 신선함을 유지시켜주고, 나아가서는 산패취 예방, 불쾌취 지연 및 육색 개선을 위함이다(Ahn *et al.*, 2002). 와인으로 이용되고 남은 포도씨꺼기에는 카테킨과 같은 페놀화합물을 다량함유하고 있어 산화물질에 대해 강력한 항산화 작용을 하는 것으로 밝혀졌으며(Yilmaz and Toledo, 2004), 최근의 연구에서는 포도씨꺼기와 비타민 E의 복합 급여에 의해 닭고기의 항산화력이 증가되는 것으로 밝혀졌다(Brenes *et al.*, 2008; Syago-Ayerdi *et al.*, 2009).

국내에서도 저장 중 닭고기의 신선도 증진을 위해 크산토필 급여에 의한 닭고기의 지질산화에 관한 연구(Min *et*

\*Corresponding author: Geun-Ho Kang, Animal Products Research and Development Division, National Institute of Animal Science, Rural Development Administration, Suwon 441-706, Korea. Tel: 82-31-290-1684, Fax: 82-31-290-1697, E-mail: kangroot@korea.kr

al., 2003) 등이 진행되고 있다. 그러나, 사료 내 유허농산 부산물인 무청과 시금치에서 루테인을 함유한 원 물질의 첨가가 닭에 미치는 영향에 관한 연구는 진행되지 않고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 육계사료 내 루테인 함유 물질의 첨가급여가 조직 내 루테인 축적률 및 육질에 미치는 효과를 구명하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 시험 동물 및 시험설계

1일령 Ross 육계 수평아리 225수를 공시하여 5처리, 3반복, 반복당 15수씩 배치하였다. 처리구 설정은 Table 1과 같이 시판사료를 대조구로 하였으며, 처리구는 시판사료에 시금치로부터 발효주정(대한주정라이프, 한국)을 이용하여 추출한 루테인 화합물 2.223%(T1), 무청분말 2%(T2), 시금치분말 0.61%(T3) 및 시금치분말 1.83%(T4)를 첨가급여 하였다. 기본 배합사료 내 루테인 함량을 측정 한 결과 4 mg/kg이었으며, 최종 처리구별 사료 내 루테인 함량은 C, 4 mg/kg; T1, 6 mg/kg; T2, 6 mg/kg; T3, 6 mg/kg; T4, 10 mg/kg이었다. 무청과 시금치분말은 일반상업용 회사(가루나라, 한국)로부터 구입 후 HPLC를 이용하여 루테인 함량을 측정 한 다음 이용하였다.

본 동물시험은 농촌진흥청 국립축산과학원의 동물실험 계획서에 의거 동물보호법 및 국립축산과학원 동물시험윤리위원회에서 승인된 동물실험 방법에 따라 수행하였다.

### 시험사료 및 사양 관리

시험사료는 NRC(1994) 사양표준에 근거하여 단백질과 에너지 함량을 동일하게 배합하였으며, 육계 전기(0-3주)와 육계 후기(3-5주) 사료로 나누어 공급하였다. 0-3주령까지는 대사에너지 3,100 kcal/kg과 조단백 22%의 사료를 공급하였고, 3-5주령에는 대사에너지 3,100 kcal/kg과 조단백 20%의 사료를 공급하였다(Table 2). 사양 실험 전 기간 동안 평사에서 사육하였으며 사료 급이기 및 급수기의 개수는 반복구별 동일하게 배치하였다. 사료와 물은 자유 채식 및 자유 음수 시켰으며, 입추 후 3일간 24시간 점등을 실시하였고 이후 시험 종료 시까지 야간 간헐 점등을 실시하였다.

### 시료채취

생체중의 평균 범위에 해당하는 개체를 처리구별로 10

Table 1. Experimental design

Treatments	Additive ratio (%)	Lutein (mg/kg)
Basal diet feed (C)	0	4
Lutein extract (T1)	2.223	6
Radish green powder (T2)	2	6
Spinach powder (T3)	0.61	6
Spinach powder (T4)	1.83	10

Table 2. Formula and chemical composition (%) of the basal diet

Item	Starter (0-3 wk)	Finisher (3-5 wk)
Corn	53.44	61.64
Soybean meal	33.65	27.88
Corn gluten meal	4.16	4.00
Soybean oil	4.68	3.06
Limestone	1.02	1.23
Tricalcium phosphate	2.01	1.31
Salt	0.25	0.25
DL-methionine	0.27	0.08
Lysin-HCl	0.02	0.05
Vitamin-mineral mixture <sup>1</sup>	0.50	0.50
Total	100	100
Calculated value		
ME, kcal/kg	3,100	3,100
Crude protein, %	22.0	20.0
Methionine, %	0.50	0.38
Lysine, %	1.10	1.00
Ca, %	1.00	0.90
Available P, %	0.50	0.35

<sup>1</sup>Vitamin-mineral mixture provided following nutrients per kg of diet: vitamin A, 15,000 IU; vitamin D<sub>3</sub>, 1,500 IU; vitamin E, 20 mg; vitamin K<sub>3</sub>, 0.7 mg; vitamin B<sub>12</sub>, 0.02 mg; niacin, 22.5 mg; thiamin, 5 mg; folic acid, 0.7 mg; pyridoxine, 1.3 mg; riboflavin, 5 mg; pantothenic acid, 25 mg; chlorine chloride, 175 mg; Mn, 60 mg; Zn, 45 mg; I, 1.25 mg; Cu, 10.0 mg; Fe, 72 mg; Co, 2.5 mg

수씩 CO<sub>2</sub> 가스마취법에 의해 기절시킨 다음 닭 가슴살을 발골하여 폴리에틸렌 재질(30×45 cm, Taehwa Latex. Co., Korea)에 합기포장 하여 4°C의 냉장고에 보관하였다. 저장 1일에는 육색, 지방색 및 루테인 함량을 분석하였고, thiobarbituric acid reaction substance(TBARS) 값은 저장 1, 3, 5 및 7일에 각각 측정하였으며, 간과 복강지방 및 근육 조직은 루테인 함량 측정을 위해 이용하였다.

### 조사항목

#### 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율

시험 종료시 체중을 측정하여 개체별 증체량을 산출하였으며, 사료섭취량은 전기(0-3주), 후기(3-5주) 반복별로 사료잔량을 측정하여 섭취량을 구하였다. 조사된 사료섭취량과 증체량을 통해 사료요구율을 산출하였다.

#### 육색 및 피부색

닭고기의 육색과 피부색은 색차계(Chromameter CR-400, Minolta, Japan)를 이용하여 동일한 시료를 5회 반복하여 명도를 나타내는 CIE L\*값, 적색도를 나타내는 CIE a\*값 및 황색도를 나타내는 CIE b\*값을 측정하였다. 이때 표준색은 Y=93.5, X=0.3132, y=0.3198인 표준색판을 사용하여 표준화 후 측정하였다.

지방산화도(Thiobarbituric acid reactive substances) 저장기간에 따른 지방산화도는 Buege와 Aust(1978)의 방법으로 시료 5 g에 butylated hydroxytoluene 50  $\mu$ L와 증류수 15 mL을 첨가하여 14,000 rpm에서 30초간 균질(T25basic, IKA, Malaysia) 시켰다. 균질액 2 mL과 4 mL의 thiobarbituric acid/trichloroacetic acid 시약을 시험관에 혼합하여 교반시킨 후 90°C의 항온수조(BW-05G, Jeio Tech Co., Korea)에서 15분간 열처리한 후 냉각시켜 3,000 rpm에서 10분간 원심분리(CR 21F, Hitachi, Japan)를 실시하였다. 원심분리된 상등액은 흡광도(Genesyst™ 5, Spectronic, USA)를 이용하여 531 nm의 파장에서 측정하였다. TBARS의 함량은 측정된 수치에 5.88의 상수를 곱하여 구하였다.

### HPLC 분석

루테인 함량 분석을 위해 시료는 9배의 아세톤과 함께 추출된 색소물질은 실린저형 필터로 여과하여 1 mL의 추출물을 채취하였다. 채취된 시료의 용매를 완전히 제거하여 용액(hexane:ethyl acetate = 65:35)으로 용해하여 HPLC(10AD, Shimadzu, Japan)를 이용하여 분석하였다. 루테인 분석에 사용된 칼럼은 250×4.6 mm(VP-ODS, Shimadzu, Japan)를 이용하여 60분 동안 분석하였다. 이때 이동상의 조건은 1 mL/min(20% methanol, 73% acetonitrile, 7% Tris-HCl buffer(pH 8.0))로 용리시켜 주었다. 루테인 분석을 위한 표준물질은 xanthophyll(Sigma 6250)를 구입하여 이용하였다.

### 통계분석

실험에서 측정된 증체량, 사료섭취량, 사료요구율, 피부색, 육색 및 TBARS 값들은 SAS(2005) 프로그램을 이용하여 분산분석 및 다중검정을 통해 5% 수준에서 처리구간의 유의성을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

루테인 함유 물질의 첨가급여에 따른 증체량, 사료섭취량 및 사료효율에 관한 내용은 Table 3에 나타내었다. 육계생산성의 경우 루테인 공급원 물질로 시금치에서 추출한 루테인 화합물(T1)과 시금치분말 처리구간(T3, T4) 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났고( $p>0.05$ ), 또한 무청분말(T2) 및 시금치분말 처리구(T3, T4)간에도 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났고( $p>0.05$ ). 시금치에서 추출한 루테인 화합물은 발효주정과 함께 액상형태만 회수하였으며, 잔여 섬유상 형태의 찌꺼기는 제거하였다. 반면, 루테인 함유 공급원 물질은 단순 건조에 의한 분말형태로 육계사료내 급여하였으나, 증체량 및 사료섭취량에 있어서 대조구와 유의적인 차이가 없는 것으로 나타나 육계 사료

**Table 3. Effects of supplementation of different lutein contained materials on weight gain and feed conversion in broiler**

Treatments*	Weight gain (g/bird)	Feed intake (g/bird)	Feed conversion
C	520.7	704.7	1.36
T1	502.5	724.4	1.44
T2	520.4	725.6	1.39
T3	514.3	696.7	1.36
T4	540.4	727.8	1.35
SEM	9.22	9.22	0.01

\*C, basal diet (BD); T1, BD + lutein extract 2.223%; T2, BD + radish green powder 2%; T3, BD + spinach powder 0.61%; T4, BD + spinach powder 1.83%

내 무청분말 2%, 시금치분말 1.83%를 첨가급여 하더라도 육계의 생산성에는 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

루테인 함유 물질의 첨가급여에 따른 닭고기의 외형적인 품질인 피부색과 육색을 측정된 결과는 Table 4에 나타내었다. 닭 피부의 명도는 대조구가 루테인 함유 물질 처리구에 비해 밝은 것으로 나타났으며, 적색도의 경우 시금치분말 처리구(T4)가 낮은 값을 보였다. 또한, 황색도에 있어서는 무청분말 처리구(T2)와 시금치분말 처리구(T4)에서 다른 처리구에 비해 유의적으로 높은 것으로 나타났고( $p<0.05$ ). 이는 상대적으로 색소물질 함유량이 많은 시금치분말 처리구(T4)는 명도와 적색도는 낮은 반면, 황색도는 높은 것으로 나타나 닭 피부의 색깔에 영향을 미친 것으로 사료된다. 그리고, 닭 피부의 색깔변화에 있어서 육계사료 내 루테인 함유 공급물질의 종류나 함량에 따른 차이는 뚜렷한 경향이 없는 것으로 나타났다.

근내지방의 착색과 관련하여 소의 경우 축적지방이 황색화 되는 것은 카로티노이드 색소물질이 함유되어 있는 초록색 계통의 풀을 많이 섭취함으로써 발생하며(Strachan *et al.*, 1993; Yang *et al.*, 1992), 이는 소고기 판매 시 도체지방의 색이 흰 것을 선호하는 남유럽의 소비자들은 선호를 하지 않는 것으로 알려져 있다(Dunne *et al.*, 2004). 반면, 닭의 경우 베타카로틴과 크산토펜 계통의 색소물질을 함유하고 있는 옥수수 위주의 사료를 섭취함으로써 피부에 착색되어 닭 피부의 색은 황색계통의 빛을 띄는 것으로 알려져 있다(Fletcher *et al.*, 1978; Saylor, 1986; Schiedt, 1998). 또한, 제아잔틴과 칸타크산틴은 닭의 정강이에 주로 축적되는 반면, 루테인은 지방내 착색효과가 있는 것으로 알려져 있다(Branellec, 1985). 본 실험에서 색차계에 의한 닭 껍질의 황색도를 측정된 결과, 무청분말 처리구(T2)와 시금치분말 처리구(T4)에서 다른 처리구에 비해 유의적으로 높게 나타났고( $p<0.05$ ). 하지만, 그 수준은 대조구에 비해 약 25% 정도 증가하였으므로 닭 피부색이 황색계통의 빛을 띄는 것은 소비자의 기호성에는 큰 영향이 없을 것으로 판단된다.

루테인 함유 물질의 첨가급여에 따른 육색을 측정된 결과의 경우(Table 4), 명도는 대조구가 처리구에 비해 유의적으로 낮게 나타났고( $p<0.05$ ), 황색도는 시금치분말 처리구가(T4) 다른 처리구에 비해 유의적으로 높게 나타났다( $p<0.05$ ). 본 실험의 육색 결과는 시금치분말을 1.83% 첨가한 처리구(T4)를 제외한 나머지 처리구의 경우 루테인 함유 물질의 종류 및 첨가수준에 따른 착색효과는 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다( $p>0.05$ ). 그러나, 시금치분말을 1.83% 처리한 T4 처리구는 대조구에 비해 적색도 값은 낮은( $p<0.05$ ) 반면, 황색도 값은 유의적으로 높은 것으로 나타났다( $p<0.05$ ). 이러한 육색변화는 저장기간 중 육질변화에도 영향을 미칠 것으로 판단되어 향후 육색의 산화안정성 등에 관한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

루테인 함유 물질의 첨가급여에 따른 저장기간 중 닭 가슴살의 TBARS 값은 Table 5에 나타내었다. 처리구간에

**Table 4. Effects of supplementation of different lutein contained materials on CIE color of breast meat and skin in broiler**

Treatments*	Skin color			Meat color		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
C	78.1 <sup>a</sup>	4.18 <sup>ab</sup>	18.7 <sup>b</sup>	51.7 <sup>c</sup>	2.38 <sup>ab</sup>	5.21 <sup>b</sup>
T1	74 <sup>b</sup>	4.2 <sup>ab</sup>	12.8 <sup>c</sup>	57.7 <sup>ab</sup>	1.79 <sup>bc</sup>	5.59 <sup>b</sup>
T2	76.1 <sup>ab</sup>	5.18 <sup>a</sup>	23.3 <sup>a</sup>	56.5 <sup>ab</sup>	2.89 <sup>a</sup>	6.02 <sup>b</sup>
T3	74 <sup>b</sup>	5.39 <sup>a</sup>	17 <sup>b</sup>	58.1 <sup>a</sup>	2.83 <sup>a</sup>	5.49 <sup>b</sup>
T4	74.9 <sup>b</sup>	2.91 <sup>b</sup>	23.5 <sup>a</sup>	56 <sup>b</sup>	1.69 <sup>c</sup>	8.24 <sup>a</sup>
SEM	0.38	0.26	0.65	0.35	0.11	0.22

\*C, basal diet (BD); T1, BD + lutein extract 2.223%; T2, BD + radish green powder 2%; T3, BD + spinach powder 0.61%; T4, BD + spinach powder 1.83%

<sup>a-c</sup>Means with different superscripts within a column differ significantly ( $p<0.05$ ).

**Table 5. Effects of supplementation of different lutein contained materials on TBARS during cold storage of chicken breast meat**

Treatments*	Storage days				SEM
	1	3	5	7	
C	0.23 <sup>b</sup>	0.33 <sup>a</sup>	0.33 <sup>a</sup>	0.38 <sup>ABa</sup>	0.01
T1	0.21 <sup>b</sup>	0.32 <sup>a</sup>	0.31 <sup>a</sup>	0.35 <sup>Ba</sup>	0.01
T2	0.19 <sup>b</sup>	0.36 <sup>a</sup>	0.35 <sup>a</sup>	0.41 <sup>ABa</sup>	0.01
T3	0.22 <sup>c</sup>	0.32 <sup>b</sup>	0.32 <sup>b</sup>	0.42 <sup>ABa</sup>	0.01
T4	0.21 <sup>c</sup>	0.37 <sup>b</sup>	0.38 <sup>b</sup>	0.43 <sup>Aa</sup>	0.01
SEM	0.01	0.01	0.01	0.01	

\*C, basal diet (BD); T1, BD + lutein extract 2.223%; T2, BD + radish green powder 2%; T3, BD + spinach powder 0.61%; T4, BD + spinach powder 1.83%

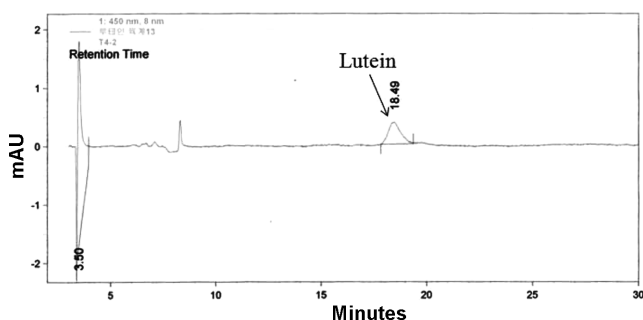
<sup>A-B</sup>Means with different superscripts within a column differ significantly ( $p<0.05$ ).

<sup>a-c</sup>Means with different superscripts within a row differ significantly ( $p<0.05$ ).

있어서 저장 5일까지는 유의적인 차이가 없었으나, 저장 7일에는 루테인 화합물 처리구(T1)가 시금치분말 처리구(T4) 보다 유의적으로 낮게 나타났다( $p<0.05$ ). 저장기간에 따른 TBARS 값의 경우 시금치분말 처리구인 T3 및 T4 처리구가 저장 5일까지는 저장 7일째에 비해 유의적으로 낮게 나타났다( $p<0.05$ ). 그러나, 다른 처리구의 경우에는 저장 3일 이후 저장기간에 따른 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 앞선 연구에 의하면(Min *et al.*, 2003), 닭 사료에 상업용으로 판매되고 있는 루테인을 20 ppm 첨가 급여 할 경우 냉장 저장 중 다리육의 TBARS 값은 유의적으로 낮았으며( $p<0.05$ ), 과산화물가는 가슴살과 다리살 모두에서 유의적으로 감소하는( $p<0.05$ ) 것으로 보고되었다.

본 연구에서 TBARS 값을 측정된 결과, 비록 처리구간 유의적인 차이는 인정되지 않았지만, 시금치로부터 루테인 화합물을 추출한 처리구(T1)가 상대적으로 루테인 함량이 높은 시금치분말 처리구(T4)에 비해 저장 기간 중 낮은 TBARS 값을 보였다. 이는 루테인 공급원의 함량보다는 급여물질의 생체이용성과 관련이 깊은 것으로 사료된다. 즉, 공급되는 루테인의 함량이 원물질에 비해 낮을지라도 생체이용성에 있어서는 더욱 효과적인 것으로 풀이된다. 앞선 연구에서 Caco-2 cell을 이용하여 루테인의 공급 물질별(케일, 시금치, 무청) 생체이용성을 조사한 결과, 케일이 가장 우수하여 원료물질에 따른 차이를 확인할 수 있었다(Kim *et al.*, 2007).

루테인 함유 물질의 첨가급여에 따른 조직 내 루테인 축적률은 Fig. 1에 나타내었다. 조직 내(간, 복강지방 및 근육) 축적되는 루테인의 함량은 극히 미량이었으며, 시금치분말 1.83%를 첨가한 T4 처리구의 간 조직에서만 루테인 함량의 측정이 가능한 수준이었다. 앞선 연구에 의하면, 건강한 닭의 경우 색소물질을 급여하면 혈액에서 복강지방과 피부에 저장되고, 카로티노이드 물질을 급여할 경우 장내에서 흡수되는 것은 위치에 따라 서로 다른 반면 제이잔틴은 주로 십이지장에 흡수되고, 루테인은 십이지장과 공장에 흡수되는 것으로 밝혀졌다(Tyczkowski and Hamilton, 1986). 또한 루테인의 대부분은 시신경에 반응하는 망막에 이용되거나 소비되는 것으로 알려져 있다



**Fig. 1. Chromatogram of lutein in liver tissue of broiler.**

(Landrun and Bone, 2001; Mares-Perlman *et al.*, 2001). 본 실험에서도 T4 처리구의 간 조직에서만 일부 루테인의 함량이 측정되었으나, 북강지방에서는 모든 처리구의 조직에서 측정되지 않아 근육조직 내 루테인의 축적효과를 기대하기는 어려울 것으로 사료된다. 제아잔틴은 모든 처리구의 조직에서 검출되지 않았다. 농가에서 유희농산부산물로 여겨지고 있는 무청은 루테인 함량이 낮아 루테인 화합물을 추출하여 고농도로 농축 후 사용하기에는 경제적인 측면에서 한계가 있는 것으로 나타났다.

## 요 약

본 연구는 사료 내 무청 및 시금치의 첨가급여가 육계의 조직 내 루테인 축적률 및 육질에 미치는 효과를 알아보고자 수행하였다. 대조구는 기본배합사료를 이용하였고, 처리구는 기본배합사료에 시금치로부터 추출한 루테인 화합물(2.223%), 무청분말(2%) 및 시금치분말(0.61%, 1.83%)을 각각 첨가하였다. 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율에 있어서는 처리구간 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 닭 피부의 색깔을 측정할 결과, 황색도에 있어서 무청분말 처리구와 시금치분말 1.83% 처리구가 다른 처리구에 비해 유의적으로 높은 것으로 나타났다( $p<0.05$ ). 닭 가슴살의 육색을 측정할 결과, 명도의 경우 대조구가 처리구에 비해 유의적으로 낮게 나타났다( $p<0.05$ ). 시금치분말 1.83% 처리구는 대조구에 비해 적색도 값은 유의적으로 낮고( $p<0.05$ ), 황색도 값은 유의적으로 높게 나타났다( $p<0.05$ ). 지방산화도의 경우 루테인 화합물 처리구가 다른 처리구에 비해 냉장저장 중 낮은 값을 보였으나 유의적인 차이는 없었다. 닭 조직내 루테인 축적률을 조사한 결과 시금치분말 1.83% 처리구의 간 조직에서만 미량 검출되었다. 이상의 결과를 전체적으로 종합해 볼 때, 시금치분말 1.83% 첨가구에서 육색(적색도 및 황색도)에 영향을 주는 것으로 나타났으나, 지방산화도 및 루테인 축적률에 있어서는 효과가 없는 것으로 나타났다. 따라서 향후 닭고기 조직내 루테인 축적률 및 선행연구와 같이 지방산화도의 효과를 보기 위해서는 시금치 원물질 급여 보다는 시금치로부터 추출한 루테인 화합물의 농도를 높여서 첨가급여 하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

## 감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업에서 연구비를 지원받았습니다.

## 참고문헌

1. Ahn, J. H., Grun, I. V., and Fernando, L. N. (2002) Antioxi-

- dant properties of natural plants extract containing polyphenolic compounds in cooked ground beef. *J. Food Sci.* **67**, 1364-1368.
2. Bourre, J. M. (2005) Where to find omega-3-fatty acids and how feeding animals with diet enriched in omega-3-fatty acids to increase nutritional value derived products for human: What is actually useful? *J. Nutr. Health Aging* **9**, 232-242.
3. Branellec, J. C. (1985) La pigmentation du poulet de chair. *Aliscope* **85**, 1-13.
4. Brenes, A., Viveros, A., Goñi, I., Centeno, C., Sáyago-Ayerdi, S. G., and Arija, I. (2008) Effect of grape pomace concentrate and vitamin E on digestibility of polyphenols and antioxidant activity in chickens. *Poult. Sci.* **87**, 307-316.
5. Buege, J. A. and Aust, J. D. (1978) Microsomal lipid peroxidation. *Methods Enzymol.* **52**, 302-307.
6. Burton, G. W. (1989) Antioxidant action of carotenoids. *J. Nutr.* **119**, 109-111.
7. Dunne, P. G., O'Mara, F. P., Monahan, F. J., and Moloney, A. P. (2004) Colour of subcutaneous adipose tissue and muscle of Irish beef carcasses destined for the Italian market. *Irish J. Agric. Food Res.* **43**, 217-226.
8. Fletcher, D. L., Harms, R. H., and Janky, D. M. (1978) Yolk color characteristics, xanthophylls availability, and a model system for predicting egg yolk color using beta-apo-8'-carotenal and canthaxanthin. *Poult. Sci.* **57**, 624-629.
9. Kim, J. H., Kang, G. H., Kim, S. H., Shim, S. M., Shin, D. H., and Kim, Y. J. (2007) Assessment of lutein bioavailability from *Spinacia oleracea* and *Brassica rapa* using in vitro digestion model and caco-2 human intestinal cells. Abstract P6-20, 2007 International Symposium and Annual Meeting, Muju Resort, Korea, p. 243.
10. Landrum, J. T. and Bone, R. A. (2001) Lutein, zeaxanthin, and the macular pigment. *Arch. Biophys.* **385**, 28-40.
11. Mares-Perlman, J. A., Fisher, A. I., Palta, M., Block, G., Millen, A. E., and Wright, J. D. (2001) Lutein and zeaxanthin in the diet and serum and their relation to age-related maculopathy in the third national health and nutrition examination survey. *Am. J. Epidemiol.* **153**, 424-432.
12. Mielnick, M. B., Olsen, E., Vogt, G., Adeline, D., and Skrede, G. (2006) Grape seed extract as antioxidant in cooked, cold stored turkey meat. *LWT-Food Sci. Technol.* **39**, 191-198.
13. Min, B. J., Kim, H. J., Kang, C. K., and Lee, S. K. (2003) Effect of dietary lutein and apocarotenoid acid ethyl ester supplementation on the lipid oxidation of broiler meat during storage. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **23**, 209-214.
14. NRC (1994) Nutrient requirement of poultry. 9th ed, National Academy Press, Washington, DC.
15. Ouart, M. D., Bell, D. E., Janky, D., Dukes, M. G., and Marion, J. E. (1988) Influence of source and physical form of xanthophyll pigment on broiler pigmentation and performance. *Poult. Sci.* **67**, 544-548.
16. Prabhala, R. H., Garewal, H. S., Hicks, M. J., Sampliner, R. E., and Watson, R. R. (1991) The effects of 13-cis retinoic acid and beta-carotene on cellular immunity in humans. *Cancer* **67**, 1556-1560.
17. SAS. (2005) SAS/STAT user's' guide, SAS Institute Inc.

- Cary, NC, USA.
18. Sáyago-Ayerdi, S. G., Brenes, A., Viveros, A., and Goñi, I. (2009) Antioxidative effect of dietary grape pomace concentrate on lipid oxidation of chilled and long-term frozen stored chicken patties. *Meat Sci.* **83**, 528-533.
  19. Saylor, W. W. (1986) Evaluation of mixed natural carotenoid products as xanthophyll sources for broiler pigmentation. *Poult. Sci.* **65**, 1112-1119.
  20. Schiedt, K. (1998) Absorption and metabolism of carotenoids in birds, fish and crustaceans. In: Biosynthesis and metabolism. Carotenoids. Britton, G., Liaaen-Jensen, S., and Pfander, H. (eds) Birkhäuser Verlag, Basel, Switzerland, Vol. 3, pp. 285-358.
  21. Sklan, D., Yosefov, T., and Friedman, A. (1989) The effects of vitamin A,  $\beta$ -carotene and canthaxanthin on vitamin A metabolism and immune responses in the chick. *Int. J. Vitam. Nutr. Res.* **59**, 245-249.
  22. Strachan, D. B., Yang, A., and Dillon, R. D. (1993) Effect of grain feeding on fat colour and other carcass characteristics in previously grass-fed *Bos indicus* steers. *Aust. J. Exp. Agric.* **33**, 269-273.
  23. Surai, P. F. and Speake, C. F. (1998) Distribution of carotenoids from yolk to the tissues of the chick embryo. *J. Nutr. Biochem.* **9**, 645-651.
  24. Tang, S., Kerry, J. P., Sheehan, D., Buckley, D. J., and Morrissey, P. A. (2001) Antioxidative effect of added tea catechins on susceptibility of cooked red meat, poultry and fish patties to lipid oxidation. *Food Res. Int.* **34**, 651-657.
  25. Tyczkowski, J. and Hamilton, P. B. (1986) Absorption, transport, and deposition in chickens of lutein diester, a carotenoid extracted from marigold (*Tagetes erecta*) petals. *Poult. Sci.* **65**, 1526-1531.
  26. Yang, A., Larsen, T. W., and Tume, R. K. (1992) Carotenoid and retinol concentrations in serum, adipose tissue and liver and carotenoid transport in sheep, goats and cattle. *Aust. J. Agric. Res.* **43**, 1809-1817.
  27. Yilmaz, Y. and Toledo, R. T. (2004) Major flavonoids in grape seed and skins: Antioxidant capacity of catechin, epicatechin and gallic acid. *J. Agric. Food Chem.* **52**, 255-260.

---

(Received 2010.11.10/Revised 1st 2010.12.30, 2nd 2010.12.31/  
Accepted 2011.1.4)