

## 로즈마리와 $\alpha$ -Tocopherol Acetate의 급여가 육계의 생산성 및 냉장 저장 중 계육의 품질에 미치는 영향

이상무<sup>1</sup> · 박용렬<sup>2</sup> · 김영직<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>경북대학교 축산학과, <sup>2</sup>주삼양사, <sup>3</sup>대구대학교 동물자원학과

### Effects of Dietary Supplementation with Rosemary and $\alpha$ -Tocopherol Acetate on Performance and Meat Quality of Chicken Meat during Refrigerated Storage

Sang Moo Lee<sup>1</sup>, Woong-Yeoul Park<sup>2</sup>, and Young-Jik Kim<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Animal Science, Kyung-Pook National University, Sangju 742-711, Korea

<sup>2</sup>Samyang Corporation, Seoul 110-725, Korea

<sup>3</sup>Department of Animal Resource, Daegu University, Kyongsan 712-714, Korea

#### Abstract

The effects of rosemary and  $\alpha$ -tocopherol, added individually or in combination, on broiler performance, thiobarbituric acid reactive substance (TBARS), total plate count (TPC) and meat color of chicken thigh meat were investigated. Three hundred broiler chicks divided into five groups were fed a basal diet (control) or basal diet supplemented with 5 g rosemary/kg (T1), 10 g rosemary/kg (T2), 200 mg  $\alpha$ -tocopherol/kg (T3), or 5 g rosemary/kg + 200 mg  $\alpha$ -tocopherol/kg (T4) for 5 weeks. Following slaughter, chicken meat was stored at 4°C for 10 days. All treatments did not influence the performance. Rosemary supplementation delayed lipid oxidation in thigh meat during refrigerated storage. T2 was significantly ( $p < 0.05$ ) more effective in delayed lipid oxidation compared to T1, but was inferior to T3. Samples containing a combination of antioxidant had lower TBARS values than those containing the individual antioxidants, indicating a synergistic effect. TPC was significantly increased ( $p < 0.05$ ) in thigh meat of all groups throughout the refrigerated storage. The T3 and control groups showed TPC counts that did not differ from each other during the entire storage period. However, rosemary supplementation was associated with bacterial counts that were significantly lower ( $p < 0.05$ ) than the control and  $\alpha$ -tocopherol groups at day 3 of storage and thereafter. For this period, T1 presented TPC counts that were significantly higher than the T2 group ( $p < 0.05$ ). At all storage times, the thigh meat of rosemary-fed chickens was redder than control (higher  $a^*$ ), while no differences in  $L^*$  and  $b^*$  values were found. A synergistic effect was obtained from the combination of rosemary with  $\alpha$ -tocopherol, whereas individual use of the antioxidants significantly improved color stability compared to the control.

**Key words:** rosemary,  $\alpha$ -tocopherol, broiler performance, TBARS

#### 서 론

식품의 가공 및 저장 중에 일어나는 지방의 산화는 영양가의 저하와 산화에 의해 생성되는 알데하이드, 과산화물, 과산화수소와 알코올 등은 사람과 동물에 잠재적인 독성물질이 될 뿐만 아니라 DNA를 손상시키고, 암을 유발하며 인간의 노화와도 관계가 있는 것으로 알려지고 있다

(Frankel, 1984). 식육업계에서 이와 같은 현상을 방지하기 위하여 지금까지 수많은 합성 항산화제 또는 천연 항산화 물질 개발에 심혈을 기울여 왔으나 식육업계에 사용되는 항산화제는 그다지 많지 않다. 대표적으로 사용되는 합성 항산화제는 butylated hydroxyl anisole(BHA), butylated hydroxyl toluene(BHT)이며, 천연항산화제로는 마늘, 양파 등과 같은 천연 물질을 이용하고 있다. 그러나 일반적으로 사용되어 왔던 BHA와 BHT 등의 페놀성 합성항산화제는 안전성 문제로 소비자들이 거부하고 기피하는 추세이므로 그 사용량이 점점 감소하는 경향이다(Ito *et al.*, 1986; Williams *et al.*, 1999). 이러한 이유로 합성항산화제

\*Corresponding author : Young-Jik Kim, Department of Animal Resource, Daegu University, Kyongsan 712-714, Korea. Tel: 82-53-850-6720, Fax: 82-53-850-6729, E-mail: rladudwlr1@yahoo.co.kr

를 대신할 천연항산화제 개발에 주목하고 있는 실정이다. 천연항산화제는 식품첨가물로 식품의 산패 방지와 생체 내에서 노화억제 등 여러 가지 건강에 유익한 효과가 입증되고 있으므로 천연항산화제의 개발이 요구되고 있다.

로즈마리(*Rosmarinus officinalis* L.)는 항산화력을 갖는 것으로 보고 되고 있으며, 그 항산화능은 로즈마리에 함유된 carnosic acid, carnosol, rosmanol, rosmariquinone, rosmaridiphenol 등과 같은 페놀 화합물이 영향을 미치는 것으로 알려지고 있다(Erkan *et al.*, 2008). 이와 같은 페놀화합물은 항산화능, 항곰팡이성과 항암효과가 있는 것으로 보고되고 있으며(Lee *et al.*, 2004), 페놀화합물은 당단백질의 인지질 층에서  $\alpha$ -tocopherol을 생성시킴으로 항산화 기능이 있다 하였고(Rice-Evans *et al.*, 1996), 또 다른 보고자는 이들 화합물이 항미생물 기능이 있는 것으로 보고하였다(Del Campo *et al.*, 2000; Djenane *et al.*, 2002).

비타민 E의 이성체 중  $\alpha$ -tocopherol이 가장 강력한 항산화력을 갖고 있으며(Machlin, 1980), 장에서 흡수율도 가장 뛰어나며 혈중에서도  $\alpha$ -tocopherol이 오랫동안 잔류한다고 하였다(Chen, 1987). 이러한 항산화제는 그 첨가수준과 가축에게 급여하는 기간 등에 따라 육색과 지방의 산화 억제에 기여하는 것으로 알려져 있다. 사료에 비타민을 첨가하여 급여 시 막 속의 인지질과 황을 함유한 단백질과 결합하여 세포막의 안정성을 유지시키는 동시에 막손상의 예방과 막 조직에 함유된 다불포화지방산의 산화를 방지하여 세포기능을 정상적으로 유지하는 역할을 한다(Buttris and Diplok, 1988). 식육의 저장기간 연장 및 지방산화의 지연수단으로  $\alpha$ -tocopherol 첨가 시 조직 중  $\alpha$ -tocopherol 농도가 증가되어 고기의 안정성을 높인다고 하였다(Lin *et al.*, 1989). 비타민 E를 급여한 돈육은 일반 사료를 급여한 돈육에 비하여 지방산화가 천천히 일어나며 비타민의 급여수준이 증가할수록 산화 안정성이 증가한다고 하였다(Dirinck *et al.*, 1996).

이와 같이 로즈마리와  $\alpha$ -tocopherol은 항산화성 및 항미생물성이 일부 보고되고 있으나 로즈마리의 급여량과  $\alpha$ -tocopherol과 혼합하여 육계에 급여한 후 계육을 저장 기간의 경과에 따른 육질의 변화를 검토한 연구는 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구는 육계 사료에 로즈마리와  $\alpha$ -tocopherol을 첨가 급여한 후 육계의 생산성, TBARS, 총미생물수, pH 및 육색을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 실험동물

본 실험은 부화 1일령의 무감별 육계 병아리 Ross 품종 300수를 사용하여 처리구당 3반복, 반복당 20수씩 5개 처리구를 공시하였으며, 실험동물은 완전임의 배치하여 5주간 평사에서 사육하였다. 기초사료는 Table 1과 같은 배합

**Table 1. Composition of experimental diets (%)**

Ingredients	Starter (1 to 21 d)	Finisher (22 to 35 d)
Corn	59.66	63.55
Soybean meal	27.02	30.11
Wheat bran	10.00	3.50
Dicalcium phosphate	1.19	1.12
Limestone	1.40	1.07
Salt	0.40	0.40
DL-methionine	0.13	0.05
Vitamin Premix <sup>1</sup>	0.10	0.10
Mineral Premix <sup>2</sup>	0.10	0.10
Total	100	100
Calculated Values		
ME (kcal/kg)	3,100	3,100
Crude protein (%)	21.50	19.00
Methionine (%)	0.50	0.38
Lysine (%)	1.10	1.00
Ca (%)	1.00	0.90
Available P (%)	0.45	0.35

<sup>1</sup>Vitamin premix provides the following (per kg of diet): Vitamin A, 5,500 IU; Vitamin D<sub>3</sub>, 1,100 IU; vitamin E, 10 IU; riboflavin, 4.4 mg; vitamin B<sub>12</sub>, 12 mg; nicotinic acid, 44 mg; menadione, 1.1 mg; biotin, 0.11 mg; thiamine, 2.2 mg; ethoxyquin, 125 mg.

<sup>2</sup>Mineral premix provides the following (per kilogram of diet): Mn, 120 mg; Zn, 100 mg; Fe, 60 mg; Cu, 10mg; Se, 0.17 mg; I, 0.46 mg; Ca, min: 150 mg, max: 180 mg.

비를 가진 육계 사료를 급여하였다. 사육실내의 온도는 처음 1주간은 30±1°C로 한 뒤 매주 2°C씩 감소시켜 시험 종료 마지막 주에는 24±1°C가 유지되도록 하여 사육하였다. 사육기간 중 사료와 물은 자유로이 섭취하도록 하였다. 시험구는 무첨가구를 대조구(Control)로 하고, 로즈마리 5 g/kg 급여구를 T1, 로즈마리 10 g/kg 급여구를 T2,  $\alpha$ -tocopherol acetate 200 mg/kg 급여구를 T3, 그리고 로즈마리 5 g/kg과  $\alpha$ -tocopherol acetate 200 mg/kg 급여구를 T4 등 5개 처리구로 나누어 실험하였다. 로즈마리는 잎과 꽃을 음건한 후 분쇄하여 사료에 첨가하였으며,  $\alpha$ -tocopherol acetate(Sigma Co., St. Louis, Mo, USA)는 구입하여 사용하였다. 시험사료는 첫 주부터 실험 종료 시까지 급여한 후 5주에 경동맥 절단 방법으로 도계하여 계육을 0.1 mm 두께의 PET/PE 적층필름 사용하여 자동진공성형포장기(Tiromat 420, Kramer and Grebe, Germany)로 포장한 뒤 4±1°C 온도에 보관하면서 도계직후를 0일로 하고, 3, 7, 10일간 저장하면서 다리살을 사용하였다.

### 조사항목 및 방법

#### 체중, 사료섭취량 및 사료요구율

시험 사료 급여 후 1, 2, 3, 4, 5주째 각 반복별로 병아리의 체중을 측정하였다. 사료섭취량은 전일 급여량에서

잔량을 빼고 매일 측정하였으며, 사료요구율은 총 사료섭취량을 총 증체량으로 나누어 계산하였다.

#### pH

pH는 시료 10 g에 증류수 90 mL를 가하고, homogenizer (NS-50, Japan)로 10,000 rpm에서 1분간 균질화한 후 pH meter(S20A, Orion Research Inc, USA)로 측정하였다.

#### TBARS(thiobarbituric acid reactive substance)

TBARS는 Witte 등(1970)의 방법에 따라 시료 20 g에 20% trichloroacetic acid(in 2 M phosphate) 시약 50 mL를 넣어 균질한 뒤 증류수로 100 mL로 조정하여 Whatman No.1 여과지에 여과한 뒤 여액 5 mL를 취하여 2-TBA (thiobarbituric acid, 0.005 M in water)용액 5 mL를 넣어 혼든 후 15시간 냉암소에 보관한 후 530 nm에서 흡광도 (Sequoia Tumer Co., USA)를 측정하였다.

#### 총 미생물수

총 미생물수는 시료 10 g을 1% peptone수 90 mL를 넣고, bagmixer(400, Interscience, France)로 균질한 다음 1 mL를 채취하여 준비된 90 mL peptone수에 넣어 희석한 후 미리 조제한 배지(plate count agar, Difco, USA)에 평판 배양하여 35°C에서 48시간 배양한 후 나타나는 colony 수를 계수하여 Log CFU/g으로 나타내었다.

#### 육색

육색은 계육의 스킨을 제거한 후 iliobtibialis muscle을 절단하여 공기 중에 30분간 노출하여 발색시킨 뒤 색차계 (Color difference meter, Minolta CR-300, Japan)를 이용하여 hunter값(L\*=명도, a\*=적색도, b\*=황색도)을 측정하였다. 이때 사용한 표준 색판은 L\*=96.16, a\*=0.10, b\*=1.90인 백색의 calibration plate를 이용하였고, 5회 반복하여 측정 후 평균값을 나타내었다.

#### 통계분석

통계분석은 SAS program(2002)의 GLM(general linear model) procedure를 이용하여 자료의 분산분석을 실시하였

으며, 각 처리구 평균간의 차이에 의한 유의성 검정은 Duncan의 다중검정방법으로 5% 수준에서 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율

사료 1 kg당 로즈마리를 5 g과 10 g를 첨가 급여하거나 사료 1 kg에  $\alpha$ -tocopherol acetate 200 mg를 단일 혹은 혼합 급여한 육계의 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율은 Table 2와 같다.

처리구간에 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율은 유의성이 없었다( $p>0.05$ ). 본 실험에서 로즈마리의 첨가량과  $\alpha$ -tocopherol의 급여 및 로즈마리와  $\alpha$ -tocopherol의 혼합급여에 의한 육계의 생산성은 차이가 없어 이들 성분이 육계의 생산성에는 영향을 미치지 않았다. 본 실험 결과는 로즈마리와  $\alpha$ -tocopherol을 육계에 급여할 경우 생산성에 영향을 주지 않았다는 Haak 등(2008)과 Hernandez 등(2004)의 보고와 유사하였다.

### TBARS의 변화

로즈마리와  $\alpha$ -tocopherol을 단일 혹은 혼합 급여한 계육을 4°C에서 10일간 저장하면서 측정된 TBARS는 Table 3과 같다.

TBARS는 저장기간이 지남에 따라 유의하게 증가하였다( $p<0.05$ ). 식육의 지방산패도가 높아지는 것은 지방분해 효소 및 미생물 등에 의해 지방이 분해됨으로 형성된 물질에 의한 것인데(Brewer *et al.*, 1992) 본 실험에서도 같은 결과이었다. 처리간에 있어서 대조구와 T1은 저장 3일까지는 비슷하였고, 저장기간이 경과하면서 T1에서 유의하게 낮았다( $p<0.05$ ). 로즈마리 급여량에 의한 변화에서 5 g을 급여한 T1보다 10 g을 급여한 T2에서 TBARS는 유의하게 낮았다( $p<0.05$ ). 그리고 로즈마리 급여보다는  $\alpha$ -tocopherol 급여구와 로즈마리,  $\alpha$ -tocopherol 급여구에서 저장 7일까지는 유의적으로 낮았지만( $p<0.05$ ) 저장 10일에는 이들 처리간에는 유의성이 없어 저장 초기에는 항산화성이 있으나 저장 후기에는 없는 결과이었다. 본 실험은 로즈마리 급여량이 많을수록, 로즈마리 급여구보다  $\alpha$ -

**Table 2. Effects of dietary rosemary and  $\alpha$ -tocopherol supplementation on broiler performance during 5 wk**

Items	Control <sup>1</sup>	T1	T2	T3	T4
Initial body weight (at 1 day, g)	40.51± 0.15	40.52± 0.16	40.69± 0.18	40.51± 0.15	40.68± 0.13
Final body weight (at 35 days, g)	1845.93±35.23	1840.04± 8.43	1846.02±14.23	1848.56±18.35	1847.72±25.33
Weight gain (1-35 days, g)	1805.42±29.21	1799.52±40.16	1805.33±12.34	1808.05±40.12	1807.04±22.43
Feed intake (1-35 days, g)	3120.96±19.29	3135.90±59.26	3089.85±19.24	3127.93±37.68	3143.60±51.88
Feed conversion (1-35 days)	1.69± 0.02	1.70± 0.02	1.67± 0.02	1.70± 0.04	1.70± 0.05

Means±SD. n=3.

<sup>1</sup>Conrol: basal diet, T1: basal diet with 5 g rosemary/kg, T2: basal diet with 10 g rosemary/kg, T3: basal diet with 200 mg  $\alpha$ -tocopherol/kg, T4: basal diet with 5 g rosemary/kg+200 mg  $\alpha$ -tocopherol/kg.

**Table 3. Effects of dietary rosemary and  $\alpha$ -tocopherol supplementation on TBARS (mg MDA/kg) in chicken thigh meat during refrigerated storage**

Treatments <sup>1</sup>	Storage days			
	0	3	7	10
Control	0.417±0.006 <sup>dA</sup>	0.447±0.002 <sup>cA</sup>	0.475±0.003 <sup>bA</sup>	0.539±0.008 <sup>aA</sup>
T1	0.412±0.002 <sup>dA</sup>	0.446±0.001 <sup>cA</sup>	0.457±0.005 <sup>bB</sup>	0.518±0.002 <sup>aB</sup>
T2	0.392±0.002 <sup>dB</sup>	0.434±0.003 <sup>cB</sup>	0.442±0.003 <sup>bC</sup>	0.490±0.013 <sup>aC</sup>
T3	0.370±0.006 <sup>dC</sup>	0.413±0.003 <sup>cC</sup>	0.451±0.002 <sup>bD</sup>	0.494±0.010 <sup>aC</sup>
T4	0.374±0.006 <sup>dC</sup>	0.414±0.006 <sup>cC</sup>	0.431±0.003 <sup>bE</sup>	0.485±0.001 <sup>aC</sup>

Means±SD. n=3.

<sup>a-d</sup>Means within same row with different superscript are significantly different ( $p<0.05$ ).<sup>A-C</sup>Means within same column with different superscript are significantly different ( $p<0.05$ ).<sup>1</sup>Conrol: basal diet, T1: basal diet with 5 g rosemary/kg, T2: basal diet with 10 g rosemary/kg, T3: basal diet with 200 mg  $\alpha$ -tocopherol/kg, T4: basal diet with 5 g rosemary/kg+200 mg  $\alpha$ -tocopherol/kg.

tocopherol 급여구에서, 그리고 로즈마리와  $\alpha$ -tocopherol 혼합 급여구에서 지방의 산화를 지연시키는 결과이었다.

비타민 E는 세포막에 있는 인지질 및 황 함유 단백질과 결합함으로써 막 구조와 세포막의 안정성을 유지시키고, 지방산의 산화를 억제시켜 정상적인 세포기능을 유지하는 것으로 알려져 있다(Buttria and Diplock, 1988). 가축사료에  $\alpha$ -tocopherol의 첨가는 육 조직 중 비타민 E 함량을 증가시키고, 고기의 안정성을 높인다는 보고가 있으며(Lin *et al.*, 1989), 비타민 E를 급여한 돈육은 일반사료를 급여한 돈육에 비하여 지방산화가 천천히 일어나며 비타민의 급여수준이 증가할수록 산화 안정성이 증가한다 하였다(Dirinck *et al.*, 1996).

식물체에 있는 페놀화합물이 항산화 효과를 갖는데(Shahidi, 2000), 로즈마리는 rosmarinol, rosmariquinone, rosmaridiphenol, carnosol 등의 성분이 있고(Schwarz *et al.*, 2001), 로즈마리는 항산화, 항미생물, 항염증, 항종양 등의 효과가 있으며, 로즈마리 잎에는 carnosol, carnoic acid, rosemadial, genkwamin, rosmarinic acid 등을 함유하고 있다 하였으며(Perez-Fons *et al.*, 2008), 이들 성분 중 로즈마리의 항산화에 효과적인 성분은 주로 carnosic acid, carnosol, rosmarinic acid 등이라 하였다(Thorsen and

Hildebrandt, 2003). 칠면조에 로즈마리와  $\alpha$ -tocopherol을 급여하면 대조구보다 MDA 형성이 줄어 들고, 로즈마리 급여량이 증가함에 따라 지방 산화는 지연되는 것으로 생각된다(Govariss *et al.*, 2007).

### 총미생물수

로즈마리와  $\alpha$ -tocopherol을 단일 혹은 혼합 급여한 계육을 냉장 저장하면서 조사한 총미생물수는 Table 4와 같다.

저장기간이 지남에 따라 모든 처리구에서 총미생물수는 급격히 증가하였다. 처리구간에 있어서 대조구와 T3는 저장기간 동안 높은 수치를 보임으로  $\alpha$ -tocopherol의 급여는 총미생물 감소 효과는 없는 결과이었다. 그러나 로즈마리 및 로즈마리와  $\alpha$ -tocopherol 혼합 처리구는 대조구와  $\alpha$ -tocopherol 처리구보다 유의하게 낮았다( $p<0.05$ ). Cannon 등(1996)은 비타민 E를 첨가 급여하였을 때 미생물은 처리구간에 유의성을 나타내지 않았으며, 대조구보다 비타민 E 급여구가 미생물 수준이 높게 나타났는데, 이는 비타민 E에 의해 육즙이 감소하고 수분활성도가 높아져 미생물이 성장하기에 좋은 환경이 만들어졌기 때문이라 하였다(Asghar *et al.*, 1991). Holley 등(1994)은 저장 초기의 미생물 수는  $10^3$  Log CFU/g 미만이라는 보고와 Govariss

**Table 4. Effect of dietary rosemary and  $\alpha$ -tocopherol supplementation on total plate count (Log CFU/g) of chicken thigh meat stored at 4°C**

Treatments <sup>1</sup>	Storage days			
	0	3	7	10
Control	3.37±0.01 <sup>d</sup>	3.93±0.06 <sup>cA</sup>	5.34±0.16 <sup>bA</sup>	7.26±0.05 <sup>aA</sup>
T1	3.36±0.01 <sup>d</sup>	3.66±0.06 <sup>cB</sup>	4.90±0.06 <sup>bB</sup>	6.91±0.04 <sup>aB</sup>
T2	3.36±0.01 <sup>d</sup>	3.58±0.07 <sup>cB</sup>	4.80±0.10 <sup>bB</sup>	6.83±0.13 <sup>aB</sup>
T3	3.36±0.01 <sup>d</sup>	3.94±0.04 <sup>cA</sup>	5.30±0.10 <sup>bA</sup>	7.12±0.09 <sup>aA</sup>
T4	3.37±0.01 <sup>d</sup>	3.59±0.04 <sup>cB</sup>	4.83±0.08 <sup>bB</sup>	6.88±0.08 <sup>aB</sup>

Means±SD. n=3.

<sup>a-d</sup>Means within same row with different superscript are significantly different ( $p<0.05$ ).<sup>A-B</sup>Means within same column with different superscript are significantly different ( $p<0.05$ ).<sup>1</sup>Conrol: basal diet, T1: basal diet with 5 g rosemary/kg, T2: basal diet with 10 g rosemary/kg, T3: basal diet with 200 mg  $\alpha$ -tocopherol/kg, T4: basal diet with 5 g rosemary/kg+200 mg  $\alpha$ -tocopherol/kg.

등(2007)이 로즈마리와  $\alpha$ -tocopherol을 칠면조에 급여하면 총미생물수는 로즈마리 급여구에서 대조구와  $\alpha$ -tocopherol 급여구보다 유의하게 낮았고,  $\alpha$ -tocopherol 급여구는 미생물을 감소하는 효과가 없었다는 보고와 본 실험 결과는 같았다. 로즈마리 처리구에서 미생물 수가 낮음은 식물성 유지에 함유되어 있는 페놀화합물이 미생물의 효소체계를 손상시키고, 침투성이 증가되어 세포를 약화시킴으로 미생물수를 줄이는 것으로 생각된다(Singh *et al.*, 2002). 본 실험에서 저장 10일에 대조구와 T3에서 부패 초기 단계인 slime이 형성되었고, 이때 총미생물수는 7 Log CFU/g 이상이었으며, 육안으로 부패 증상이 보이면 총미생물수는 7 Log CFU/g이라는 Sofos 등(2000)의 보고와 유사하였다. 이 시점에 다른 처리구는 아직 7 Log CFU/g 이하로 부패 초기 증상을 보이지 않았다.

### pH

로즈마리와  $\alpha$ -tocopherol을 단일 혹은 혼합 급여한 계육을 4°C에서 10일간 저장하면서 측정된 pH는 Table 5와 같다.

pH는 저장기간이 경과함에 따라 모든 처리구에서 유의하게 감소하였다. 처리구간의 pH는 로즈마리와  $\alpha$ -tocopherol 처리구에서 감소하는 경향이나 저장 3일을 제외하고는 처리구간에 유의성이 없었다( $p>0.05$ ). Cannon 등(1996)은 돼지 사료에 비타민 E를 급여할 경우 pH는 비타민 급여에 의한 차이는 없다 하였고, Ahn 등(2007)은 식물 추출물을 우육에 처리하면 pH가 감소하고 낮은 pH 때문에 *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes*, *S. Typhimurium*과 *hydrophila* 등의 미생물 성장을 감소시킨다는 보고와 본 실험의 결과는 유사하였다.

### 육색

로즈마리와  $\alpha$ -tocopherol을 단일 혹은 혼합 급여한 계육을 냉장 저장하면서 조사한 육색의 변화는 Table 6과 같다.

육의 밝기를 나타내는 L\*값은 저장기간이 지나면서 유의하게 감소하였고, 처리구간에 있어서 저장 0, 3일에는

유의성이 없으나 7일에는 대조구와 T4보다 T1, T2 및 T3에서 높았고, 저장 10일에는 대조구와 T1, T2에서 T3와 T4보다 높은 결과로 저장기간이 경과하면서 L\*값은 일정한 변화가 없었다. 식육의 적색도를 나타내는 a\*값은 저장기간이 지나면서 모든 처리구에서 감소하였고, 대조구와 T1보다 T2, T3 및 T4에서 높은 결과이며  $\alpha$ -tocopherol 처리구인 T3에서 저장기간 동안 다른 처리구보다 높았다( $p<0.05$ ). 황색도를 나타내는 b\*값은 저장기간이 지나면서 감소하였고, 로즈마리와  $\alpha$ -tocopherol 혼합 급여구에서 높은 경향이나 저장 0일에만 유의성이 있었다. 본 실험에서 육색의 L\*, a\* 및 b\*값은 저장기간이 경과함에 따라 감소하였고, a\*값의 경우  $\alpha$ -tocopherol 급여구에서 다른 급여구보다 높은 결과이었다.

Sherbeck 등(1995)은 사료에 비타민 E를 급여하면 육의 저장기간을 연장시키고, 육색이 증진 될 뿐만 아니라 비타민을 급여한 돈육을 분쇄하였을 때 급여하지 않은 돈육보다 a\*값이 향상되었으며, 육색의 안정성을 가져왔고, metmyoglobin의 형성을 지연시켰다 하였고(Monahan *et al.*, 1992), 토코페롤 급여 후 저장된 우육에서도 metmyoglobin의 형성이 둔화되었다는 보고를 하였다(Lanari *et al.*, 1996). Metmyoglobin의 형성은  $\alpha$ -tocopherol 급여량이 많아질수록 낮다고 하였으며(O'Sullivan, 1998), Camo (2008)는 면양 육에 로즈마리를 처리하면 육색이 선홍색을 유지하며 a\*값은 로즈마리 처리구에서 높고, a\*값은 metmyoglobin의 형성과 밀접한 관계를 갖으며 저장 8일에 metmyoglobin의 형성이 소비자들이 싫어하는 수준인 40%에 이르고, 저장 15일에는 90% 정도된다 하였다. McCarthy(2001)는 카뎀킨, 로즈마리, sage를 돈육에 첨가한 실험에서 대조구보다 처리구에서 L\*, b\*값은 유의성이 없으나, a\*값은 대조구보다 높았다( $p<0.05$ )는 보고와 본 실험의 결과는 유사하였다.

### 요 약

본 시험은 육계 300수를 로즈마리와  $\alpha$ -tocopherol acetate

**Table 5. Effect of dietary rosemary and  $\alpha$ -tocopherol supplementation on pH of chicken thigh meat stored at 4°C**

Treatments <sup>1)</sup>	Storage days			
	0	3	7	10
Control	6.67±0.08 <sup>a</sup>	6.23±0.11 <sup>bB</sup>	6.28±0.02 <sup>b</sup>	6.26±0.03 <sup>b</sup>
T1	6.62±0.07 <sup>a</sup>	6.41±0.04 <sup>bA</sup>	6.30±0.04 <sup>c</sup>	6.16±0.04 <sup>d</sup>
T2	6.64±0.12 <sup>a</sup>	6.46±0.05 <sup>bA</sup>	6.31±0.07 <sup>bc</sup>	6.17±0.09 <sup>c</sup>
T3	6.58±0.03 <sup>a</sup>	6.43±0.05 <sup>bA</sup>	6.28±0.03 <sup>c</sup>	6.21±0.09 <sup>c</sup>
T4	6.56±0.01 <sup>a</sup>	6.38±0.03 <sup>bA</sup>	6.27±0.04 <sup>c</sup>	6.15±0.11 <sup>d</sup>

Means±SD. n=3.

<sup>a-d</sup>Means within same row with different superscript are significantly different ( $p<0.05$ ).

<sup>A-B</sup>Means within same column with different superscript are significantly different ( $p<0.05$ ).

<sup>1</sup>Conrol: basal diet, T1: basal diet with 5 g rosemary/kg, T2: basal diet with 10 g rosemary/kg, T3: basal diet with 200 mg  $\alpha$ -tocopherol/kg, T4: basal diet with 5 g rosemary/kg+200 mg  $\alpha$ -tocopherol/kg.

**Table 6.** Effects of dietary rosemary and  $\alpha$ -tocopherol supplementation on meat color of chicken thigh meat during refrigerated storage

Treatments <sup>1</sup>	Storage days			
	0	3	7	10
L* Control	57.11±0.99 <sup>a</sup>	56.30±1.02 <sup>ab</sup>	53.99±0.73 <sup>cB</sup>	55.14±0.28 <sup>bA</sup>
T1	57.01±2.47 <sup>a</sup>	56.57±0.46 <sup>a</sup>	55.52±0.40 <sup>aA</sup>	55.11±0.70 <sup>aA</sup>
T2	58.77±0.72 <sup>a</sup>	56.79±0.85 <sup>b</sup>	55.98±0.46 <sup>bcA</sup>	55.04±0.28 <sup>cA</sup>
T3	57.96±0.44 <sup>a</sup>	53.36±0.45 <sup>b</sup>	55.48±0.43 <sup>cA</sup>	53.52±0.36 <sup>dB</sup>
T4	58.13±0.36 <sup>a</sup>	55.95±0.62 <sup>b</sup>	54.13±0.82 <sup>cB</sup>	53.90±0.66 <sup>cB</sup>
a* Control	8.60±0.08 <sup>aB</sup>	8.45±0.05 <sup>bC</sup>	7.30±0.01 <sup>cB</sup>	6.00±0.08 <sup>dE</sup>
T1	8.59±0.09 <sup>aB</sup>	8.44±0.03 <sup>bC</sup>	7.29±0.09 <sup>cB</sup>	6.14±0.06 <sup>dD</sup>
T2	8.56±0.13 <sup>aB</sup>	8.54±0.05 <sup>aB</sup>	7.55±0.06 <sup>bA</sup>	6.30±0.07 <sup>cC</sup>
T3	8.90±0.02 <sup>aA</sup>	8.68±0.03 <sup>bA</sup>	7.63±0.03 <sup>cA</sup>	6.94±0.04 <sup>dA</sup>
T4	8.62±0.08 <sup>aB</sup>	8.53±0.03 <sup>aB</sup>	7.57±0.08 <sup>bA</sup>	6.48±0.07 <sup>cB</sup>
b* Control	8.16±0.13 <sup>aB</sup>	7.78±0.07 <sup>ab</sup>	7.58±0.37 <sup>b</sup>	7.19±0.17 <sup>c</sup>
T1	8.16±0.06 <sup>aB</sup>	7.79±0.16 <sup>ab</sup>	7.64±0.34 <sup>b</sup>	7.30±0.14 <sup>c</sup>
T2	8.21±0.06 <sup>aB</sup>	7.73±0.22 <sup>b</sup>	7.81±0.02 <sup>b</sup>	7.44±0.08 <sup>c</sup>
T3	8.50±0.09 <sup>aA</sup>	7.93±0.07 <sup>b</sup>	7.72±0.10 <sup>b</sup>	7.45±0.24 <sup>c</sup>
T4	8.42±0.06 <sup>aA</sup>	7.90±0.06 <sup>b</sup>	7.76±0.07 <sup>b</sup>	7.48±0.22 <sup>c</sup>

Means±SD. n=3.

<sup>a-d</sup>Means within same row with different superscript are significantly different ( $p<0.05$ ).<sup>A-E</sup>Means within same column with different superscript are significantly different ( $p<0.05$ ).<sup>1</sup>Control: basal diet, T1: basal diet with 5 g rosemary/kg, T2: basal diet with 10 g rosemary/kg, T3: basal diet with 200 mg  $\alpha$ -tocopherol/kg, T4: basal diet with 5 g rosemary/kg+200 mg  $\alpha$ -tocopherol/kg.

를 급여하여 5주간 사육한 육계의 생산성과 계육의 TBARS, 총미생물수, pH, 및 육색을 조사하였다. 육질 분석은 계육을 냉장 보관하면서 실험하였다. 시험구는 무첨가구를 대조구(Control)로 하고, 로즈마리 5 g/kg 급여구를 T1, 로즈마리 10 g/kg 급여구를 T2,  $\alpha$ -tocopherol acetate 200 mg/kg 급여구를 T3, 그리고 로즈마리 5 g/kg과  $\alpha$ -tocopherol acetate 200 mg/kg 급여구를 T4 등 5개 처리구로 나누어 사양하였다. 육계의 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율 등의 생산성은 유의성이 없었다. TBARS는 모든 처리구에서 저장기간이 경과하면서 증가하였고, T2, T3 및 T4에서 대조구와 T1보다 유의하게 낮아 로즈마리와  $\alpha$ -tocopherol은 저장성을 향상시키는 결과이었다. 로즈마리 급여량이 많은 T2가 T1보다, 로즈마리와  $\alpha$ -tocopherol 혼합 급여구에서 TBARS는 낮았다. pH는 저장기간이 지남에 따라 감소하였고, 처리구간의 유의성은 없었다. 총미생물수는 저장기간이 지나면서 모든 처리구에서 증가하였고,  $\alpha$ -tocopherol은 미생물의 감소 효과는 없으나 로즈마리와 로즈마리,  $\alpha$ -tocopherol 혼합 급여는 대조구와 T3보다 유의하게 낮았다( $p<0.05$ ). 육색은 L\*, a\*, 및 b\* 값은 저장하면서 모두 감소하였고, 로즈마리와 로즈마리,  $\alpha$ -tocopherol 혼합 급여구에서 a\*값이 유의하게 높았다( $p<0.05$ ). 로즈마리 및 로즈마리와  $\alpha$ -tocopherol의 급여구에서 항산화 및 육색의 산화 안정성이 향상되었고, 혼합 급여구에서 시너지 효과가 있었다.

## 참고문헌

- Ahn, J. H., Grun, I. V., and Mustapha, A. (2007) Effects of plant extract on microbial growth color change, and lipid oxidation in cooked beef. *Food Microbiol.* **24**, 7-14.
- Asghar, A., Gray, J. L., Booren, A. M., Gomaa, E. A., Abouzied, M. M., Miller, E. R., and Buckley, D. J. (1991) Effect of supranutritional dietary vitamin E levels on subcellular deposition of  $\alpha$ -tocopherol in the muscle and pork quality. *J. Sci. Food Agri.* **57**, 31-41.
- Brewer, M. S., Ikims, W. G., and Harbers, C. A. Z. (1992) TBA values, sensory characteristics and volatiles in ground pork during long-term frozen storage: Effect of packing. *J. Food Sci.* **57**, 558-564.
- Buttris, J. A. and Diplock, A. T. (1988) The  $\alpha$ -tocopherol and phospholipids fatty acid content of rat liver subcellular membranes in vitamin E and selenium deficiency. *Biochem. Biophys. Acta.* **963**, 611-615.
- Cannon, J. E., Morgan, J. B., Schmidt, G. R., Tatum, J. D., Sofos, J. N., Smith, G. C., Delmore, R. J., and Williams, S. N. (1996) Growth and fresh meat quality characteristics of pigs supplemented with vitamin E. *J. Anim. Sci.* **74**, 98-103.
- Camo, J., Beltran, J. A., and Roncles, P. (2008) Extension of the display life of lamb with an antioxidant active packing. *Meat Sci.* **80**, 1086-1091.
- Chen, S. C., Burton, G. W., Ingold, K. U., and Foster, D. O. (1987) Chemical discrimination in the exchange of  $\alpha$ -tocopherol stereoisomers between plasma and red blood cells. *Lipids* **22**, 469-475.

8. Del Campo, J., Amiot, M. J., and Nguyen-The, C. (2000). Antimicrobial effect of rosemary extracts. *J. Food Prot.* **63**(10), 1359-1368.
9. Dirinck, P., Winne, A., Casteels, M., and Frigg, M. (1996) Studies on vitamin E and meat quality. 1. Effect of feeding high vitamin E levels on time related pork quality. *J. Agri. Food Chem.* **44**, 65-70.
10. Djenane, D., Sánchez-Escalante, A., Beltrán, J. A., and Roncalés, P. (2002). Ability of  $\alpha$ -tocopherol, taurine, and rosemary, in combination with vitamin C, to increase oxidative stability of beef steaks packaged in modified atmosphere. *Food Chem.* **76**, 407-415.
11. Erkan, N., Ayranci, G., and Ayranci, E. (2008) Antioxidant activities of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extract, blackseed (*Nigella sativa* L.) essential oil, carnosic acid, rosmarinic acid and sesamol. *Food Chem.* **110**, 76-82.
12. Frankel, E. N. (1984) Lipid oxidation, mechanism, products and biological significance. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **61**, 1908-1914.
13. Govaris, A., Florow-Paneri, P., Botsoglou, E., Giannenas, J., Amvrosiadis, I., and Botsoglou, N. (2007) The inhibitory potential of feed supplementation with rosemary and/ or  $\alpha$ -tocopherol acetate on microbial growth and lipid oxidation of turkey breast during refrigerated storage. *LWT.* **40**, 331-337.
14. Haak, L., Raes, K., Van Dyck, S., and De Smet, S. (2008) Effect of dietary rosemary and  $\alpha$ -tocopherol acetate on the oxidative stability of raw and cooked pork following oxidized linseed oil administration. *Meat Sci.* **78**, 239-247.
15. Hernandez, F., Madrid, J., Garcia, V., Orengo, J., and Megias, M. D. (2004) Influence of two plant extracts on broiler performance, digestibility, and digestive organ size. *Poult Sci.* **83**, 169-174.
16. Holley, R. A., Garipey, C., Delaquis, P., Doyon, G., and Gagnon, J. (1994) Static, controlled (CO<sup>2</sup>) atmosphere packing of retail ready pork. *J. Food Sci.* **59**, 1296-1301.
17. Ito, N., Hirose, M., Fukushima, S., Tsuda, R., Shirai, T., and Tatematsu, M. (1986) Studies on antioxidants: their carcinogenic and modifying effects on chemical carcinogenesis. *Food Chem. Toxicol.* **24**, 1071-1082.
18. Lanari, M. C., Schaefer, D. M., Liu, Q., and Cassens, R. G. (1996) Kinetic of pigment oxidation in beef from steers supplemented with vitamin E. *J. Food Sci.* **61**, 884-889.
19. Lee, J. Y., Hwang, W. I., and Lim, S. T. (2004). Antioxidant and anticancer activities of organic extracts from *Platycodon grandiflorum* a. De Candolle roots. *J. Ethnopharmacol.* **93**, 409-415.
20. Lin, C. F., Gray, J. I., Asaghar, A., Buckley, D. J., Booren, A. M., and Flegal, C. J. (1989) Effects of dietary oils and  $\alpha$ -tocopherol supplementation on lipid composition and stability of broiler meat. *J. Food Sci.* **54**, 1457-1460.
21. Machlin, L. J. (1980) In vitamin E. A comprehensive treatise. Basic and clinical nutrition. 1. Marcel Dekker, Inc., New York. USA.
22. McCarthy, T. L., Kerry, J. P., Kerry, J. K., Lynch, P. B., and Buckley, D. J. (2001) Evaluation of the antioxidant potential of natural food/plant extracts as compared with synthesis antioxidant and vitamin E in raw and cooked pork patties. *Meat Sci.* **57**, 45-52.
23. Monahan, F. J., Gray, J. I., Asghar, A., Buckley, D. J., and Morrissey, P. A. (1992) Influence of dietary vitamin E ( $\alpha$ -tocopherol) on the colour stability of pork chops. In Proceedings of the 37<sup>th</sup> International Congress of Meat Science and Technolog. France: Clermont-Ferrand, pp. 543-546.
24. O'Sullivan, M. G., Kerry, J. P., Buckley, D. J., Lynch, P. B., and Morrissey, P. A. (1998) The effect of dietary vitamin E supplementation on quality aspects of porcine muscle. *J. Agri Food Res.* **37**, 227-235.
25. Perez-Fons, L., Aranda, F. J., Guillen, J., Vallalamin, J., and Micol, V. (2008) Rosemary diterpense affect lipid polymorphism and fluidity in phospholipids membranes. *Archives of Biochem. Biophys.* **453**, 224-236.
26. Rice-Evans, C. A., Miller, N. J., and Paganda, G. (1996) Structure and phenolic acids. *Free Radical Biol. Med.* **20**, 933-956.
27. SAS Institute Inc. (2002) SAS/STAT User's Guide: Version 8.2. SAS Institute, Inc., Cary, NC.
28. Schwarz, K., Bertelsen, G., Nissen, L. R., Gardner, P. T., Heinson, M. I., and Hopia, A. (2001) Investigation of plant extracts for the protection of processed foods against lipid oxidation. Comparison of antioxidant assays based on radical scavenging, lipid oxidation and analysis of the principal antioxidant compounds. *Eur. Food Res. Technol.* **212**, 319-328.
29. Shahidi, F. (2000) Natural phenolic antioxidants and their food applications. *Lipid Technol.* **12**, 80-84.
30. Sherbeck, J. A., Wulf, D. M., Morgan, J. B., Tatum, J. D., Smith, G. C., and Williams, S. N. (1995) Dietary supplementation of vitamin E to feedlot cattle affects beef retail display properties. *J. Food Sci.* **60**, 250-252.
31. Singh, N., Singh, R. K., Bhunia, A. K., and Stroshine, R. L. (2002) Efficacy of choline, dioxide, ozone and thyme essential oil or a sequential washing in killing *E. coli* O157: H7 on lettuce and baby carrots. *Lebensm.-Wiss. Technol.* **35**, 720-729.
32. Sofos, J. N., Cabedo, L., Zerby, H., Belk, K. E., and Smith, G. C. (2000) Potential interaction between antioxidant and microbial meat quality. In E. Decker, C. Faustman, and C. J. Lopez-Bote (Eds.). Antioxidant in muscle foods. New York. Willey, pp. 427-453.
33. Thorsen, M. A. and Hildebrandt, K. S. (2003) Quantitative determination of phenolic diterpenes in rosemary extracts. Aspect of accurate quantification. *J. Chromatogr.* **995**, 119-125.
34. Williams, G. M., Iatropoulos, M. J., and Whysner, J. (1999) Safety assessment of hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene as antioxidant food additives. *Food Chem. Toxicol.* **37**, 1027-1038.
35. Witte, V. C., Krause, G. F., and Baile, M. E. (1970) A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *J. Food Sci.* **35**, 352-358.