

## 닭고기의 콜레스테롤과 지방산 함량에 관한 소나무껍질 추출물의 급여효과

박병성<sup>†</sup>

강원대학교 동물생명공학과  
(2010년 2월 23일 접수 ; 2010년 3월 18일 채택)

### Effect of feeding Korean red pine bark extract on the levels of fatty acid and cholesterol in chicken meats

Park, Byung-Sung<sup>†</sup>

<sup>†</sup>*Department of Animal Biotechnology, Kangwon National University,  
Chuncheon 200-701, Republic of Korea  
(Received February 23, 2010 ; Accepted March 18, 2010)*

**Abstract :** This study was conducted to evaluate the effects of dietary Korean red pine bark extract as an antibiotic replacements on cholesterol, fatty acids and the shelf-life of chicken meat. To accomplish this, chickens were fed the optimal level of red pine bark extract that was found to replace antibiotics in the diet of broilers. A total of 180 male broilers(Ross strain 308) were divided into three treated groups, T1(control group), T2(8 ppm of avilamycin) and T3(65 ppm of red pine bark extract per kg diet). The lipid content was reduced by 24.67% and 20.49% in T3 group, while the cholesterol level also decreased significantly in the T3 group by 20.49% and 20.55% when compared to the T1 and T2 groups, respectively. In addition, the saturated fatty acid level was lower in the T3 group than in the T1 and T2 groups, while the unsaturated fatty acid level of the T3 group was significantly higher than those of the other groups. The TBARS value of chicken thigh muscle containing its skin on the 7th day of low temperature storage was significantly lower by 23.86% and 21.17% in the T3 group than in the T1 and T2 groups, respectively. Evaluation of the color of the meat revealed that the L\*value (lightness) and b\*value(yellowness) were higher in the T3 group than in the T1 and the T2 groups, but that the pH was significantly lower in the T3. Based on the results of this study, the addition of 65 ppm red pine bark extract to the diet of broilers should improve their meat quality with respect to the lipid contents and shelf-life when compared to the addition of antibiotics.

*Key words : Korean red pine bark extract, cholesterol, fatty acids, chicken meat*

---

<sup>†</sup>Corresponding Author : bspark@kangwon.ac.kr

## 1. 서론

항생제 내성균의 출현은 인간의 건강을 위협하는 보건안전 및 가금 생산에 충격을 주었고 심각한 사회적 현안으로 부각되면서 가축사료에 첨가되는 항생제의 규제가 시작되었다[1]. 동물의 혈액 내 콜레스테롤 및 포화지방산의 과잉은 축산식품 내 콜레스테롤과 포화지방산의 축적을 높일 수 있으며, 콜레스테롤과 포화지방산이 높은 축산식품의 지속적이고 다량 섭취는 뇌혈관 및 심혈관질환으로 인한 사망률 증가의 원인이 되는 것으로 알려져 있다[2,3]. 따라서 항생제를 대체하여 브로일러의 성장을 촉진시키고 콜레스테롤과 포화지방산이 낮아진 무항생제 안전닭고기를 생산할 수 있는 새로운 천연추출물의 탐색이 필요하다.

소나무(*Pinus densiflora*)껍질 추출물은 인간의 영양에서 중요한 성분으로 알려진 catechin, epicatechin, taxifolin, procyanidins 및 phenolic acids를 함유한다[4]. 소나무껍질 추출물은 항산화효소의 세포내 합성을 배가시키고 자유라디칼의 소거작용에 의한 산화적 스트레스를 예방하는 강력한 항산화제로써 작용하며[5], 비타민 C, E 보다 자유라디칼을 제거하는 효과가 더 높다[6,7]. 소나무껍질 추출물은 항암, 심장질환 및 혈액순환 질환 예방[8], 항염증활성 및 면역력 증진을 포함한 다양한 생물학적 활성을 갖는 것으로 보고되었다[9,10]. 소나무 껍질 추출물은 강력한 항균활성[11]과 함께 조리한 쇠고기의 저장기간 동안 *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* Typhimurium의 균수를 낮추며 육색을 유지해주고 지질산화물의 형성을 94%까지 억제하는 것으로 보고되었다[12].

표준화된 소나무껍질 추출물은 뉴트라팜(주)에서 생산하고 있으며 프랑스 해송껍질 추출물, 포도씨 추출물, 녹차 추출물, 은행잎 추출물에 공통적으로 함유된 천연의 polyphenol계 항산화물질 bioflavonoids가 들어있다[10]. 선행연구에서 Choi 등은 소나무껍질 추출물에 함유되어있는 catechin의 흡수율을 기준으로 주름개선제로써의 활용가능성을 제시하였다[13]. Hong 등은 산란계 사료 내 0.1% 수준의 소나무껍질 추출물 급여 시 산란능력 및 계란품질향상과 함께 저장성 연장효과를 보고하였다[14]. Kim 등은 브로일러 부화 후 35일 동안 사료 내 소나무껍질 추출물 5%를 함유하는 프리믹스 0.1% 첨가

로 항생제 첨가구와 동일한 성장능력을 보고하였으며[15], Park은 브로일러 부화 후 35일 동안 사료 내 소나무껍질 추출물 5%를 함유하는 프리믹스 0.1%와 0.2% 첨가로 도체특성, 보수력, 관능성과 관련한 닭고기의 품질을 향상시킬 수 있다고 하였다[16]. 그러나 소나무껍질 추출물을 섭취한 닭고기의 지질수준에 대한 결과는 보고된 바 없으며 이에 대한 추가적인 연구가 필요하다. 본 연구의 목적은 선행연구 결과에 기초한 후속연구로서 브로일러 사료 내 항생제 대체제로써 국산 소나무껍질 추출물을 첨가·급여한 닭고기의 콜레스테롤, 지방산조성 및 저장성에 관한 피타민의 첨가효과를 항생제 첨가구와 비교, 조사하는 것이었다.

## 2. 실험

### 2.1. 실험설계 및 동물관리

로스 (Ross 308) 계통의 브로일러 수컷 180수를 부화 당일 상업용 부화장으로부터 구입하였다. 병아리 체중을 측정 후 3처리구, 반복펜 당 20마리씩 3반복으로 완전임의 배치한 후 35일 동안 실험사료를 급여하였다. 실험처리구는 T1(대조구); T2 항생제(8 mg ppm); T3(소나무껍질 추출물 65 ppm)로 구분하였다. 본 연구에서 사용한 소나무껍질 추출물은 상업적으로 대량 생산, 판매되어 화장품, 기능성식품 등 산업현장에서 널리 이용하고 있으나 브로일러 사료용 항생제 대체효과가 아직 규명되지 않았기 때문에 이 부분의 활용가능성을 조사하여 그 이용성을 더욱 넓힐 것을 바라는 뉴트라팜(Nutrpharm, Co. Ltd., Seoul Korea)으로부터 제공받은 표준화된 제품을 사용하였다. 소나무껍질 추출물의 첨가수준은 Kim 등의 보고[15]에 기초하였으며 그들이 보고한 항생제 첨가구와 동일한 성장능력을 나타냈던 50 ppm 보다 15 ppm 높은 량으로 조절하였다. 그 이유는 Kim 등의 결과에 기초하여 수차례 진행된 후속연구로서 소나무껍질 추출물 65 ppm 수준에서 브로일러의 성장능력이 항생제 첨가구에 비해 높은 것으로 나타났기 때문이다. 항생제와 소나무껍질 추출물의 첨가수준은 옥수수의 량을 줄여서 첨가하였으며 조단백질과 대사에너지 함량을 비롯한 모든 영양소 수준은 동일하게 배합하였다(Table 1). 실험사료는 미국의

Table 1. Composition of experimental basal diets for broiler chickens

(% as-fed)

Ingredient	Basal diets	
	Starter (0-21 days)	Finisher (22-35 days)
Yellow corn ground	52.00	50.00
Soybean meal, 47% CP	34.00	25.00
Corn gluten meal	4.70	5.70
Wheat meal	-	10.00
Soybean oil	5.00	5.00
Limestone	1.25	1.25
Dicalcium phosphate	1.70	1.70
Salt	0.25	0.25
DL-Met, 50%	0.30	0.30
L-Lys HCl, 78%	0.30	0.30
Trace mineral premix <sup>1)</sup>	0.34	0.34
Vitamin premix <sup>2)</sup>	0.16	0.16
Total	100	100
Calculated values <sup>3)</sup>		
ME, kcal/kg	3,100	3,150
CP, %	22.00	20.00
Lys, %	1.32	1.15
Met, %	0.52	0.50
Met+Cys, %	0.78	0.73
Ca, %	1.00	0.90
Available P, %	0.45	0.40

<sup>1)</sup> Supplied per kg of diet: Fe, 80 mg; Zn, 80 mg; Mn, 80 mg; Cu, 7 mg; I, 1.20 mg; Se, 0.30 mg; Co, 0.10 mg.

<sup>2)</sup> Supplied per kg of diet: vitamin A (retinyl acetate), 10,500 IU; vitamin D<sub>3</sub>, 4,100 IU; vitamin E (DL- $\alpha$ -tocopheryl acetate), 45 mg; vitamin K<sub>3</sub>, 3.0mg; thiamin, 2.5 mg; riboflavin, 5mg; vitamin B<sub>6</sub>, 5mg; vitamin B<sub>12</sub>, 0.02mg; biotin, 0.18mg; niacin, 44 mg; pantothenic acid, 17 mg; folic acid, 1.5 mg.

<sup>3)</sup> Calculated as-fed values from NRC (1994).

NRC[17]에서 제시한 브로일러의 영양소요구량을 충족 또는 초과할 수 있도록 하였다. 브로일러는 물과 사료에 자유롭게 접근할 수 있는 표준상태(밀도 10마리/m<sup>2</sup>) 하에서 사육하였다. 각 펜은 깔짚으로써 왕겨를 바닥 10 cm 높이로 깔아주었다. 사육실의 온도는 입추당일에서 3일까지는 34℃로 유지하였고, 그 다음부터 주당 2-3℃씩 낮췄으며 22일부터는 25℃로 유지하였다. 상대습도는 70%로 유지하였고 24시간 연속조명을 사용하였다. 동물을 포함한 모든 실험절차는 유럽실험동물취급면허 교재에서 제시된 과

학적이고 윤리적인 규정을 따랐으며[18], 실험수행을 위한 승인은 강원대학교 동물실험윤리위원회(IACUC)로부터 얻었다.

## 2.2. 도계 및 시료채취

사육실험이 종료된 후 도계 일에 각 처리구당 임의로 15마리(반복구 당 평균 체중에 가까운 닭 5마리)의 브로일러를 선별하여 실험동물안락사 권장[19]에 따라서 CO<sub>2</sub> 가스에 의해서 스트레스를 주지 않고 안정적으로 희생하였다. 닭의 스트레스를 최소화하기 위해 도계 2시간

전에 희생할 닭을 선정하여 나머지 닭의 시야에서 보이지 않는 분리된 도계장소로 이동하였다. 아크릴 판으로 준비된 안락사 상자속으로 주입한 CO<sub>2</sub> 100% 농도에서 30분 동안 노출해서 희생하였다. 도체는 내장적출 전에 뜨거운 물(58-60°C)에 4분정도 담근 후 탈모기를 2분 동안 통과시켜 탈모하였다. 내장적출은 도계 15분에 이루어졌으며 도체는 사후 1시간 동안 약 18°C의 도계장소에서 유지하였으며, 그 다음에 사후 24시간까지 4°C 냉장실에서 보관하였다.

### 2.3. 닭고기의 지질과 콜레스테롤

닭고기의 지질 함량을 측정하기 위해서 각 처리구 당 9마리씩의 생통닭을 선정하여 뼈를 제외한 닭껍질, 다리살, 가슴살을 가정용 믹서기에서 통째로 분쇄하여 실험재료로써 이용하였다. 닭고기의 지질은 Folch 등[20]의 방법에 따라서 닭고기 5 g을 혼합 유기용매(chloroform : methanol = 2 : 1) 200 mL와 0.88% KCl 6 mL를 가한 후 homogenizer(Ultra-Turrax T25, IKL-Labortechnik, Germany)에서 3분간 교반하여 균질화하였다. 균질물을 4°C로 조절된 Automatic refrigerated centrifuge(RC-3, SORVALL Co., USA) 2,200×g에서 15분간 원심분리 후 지질층을 1차로 분리하였으며 이 과정을 3회 반복해서 지질층을 분리하였다. 회전식진공농축기(Rotary evaporator N-100, EYELA., Japan)를 이용해서 질소가스를 서서히 유입하면서 45°C에서 농축하여 지질을 얻었다. 총지질은 농축 후 얻어진 무게를 달아서 측정하였다. 콜레스테롤 함량은 내부표준물질 사용방법을 사용하여 Direct saponification gas chromatographic 방법에 따라서 실시하였다[21]. 콜레스테롤 표준물질은 Sigma Chemical Co(St, Louis MO, U.S.A)로부터 구입하여 표준용액(헥산 mL 당 stock solution 2 mg 함유)을 제조하였다. 표준용액을 헥산으로 희석하여 10-80 µL의 콜레스테롤을 함유하는 working solution을 제조하여 각각의 working stand solution 1 µL를 주입하여 검량곡선을 작성하였다. 내부표준물질로서 180 µg의 5α-cholestane(Sigma Chemical Co, St, Louis MO, U.S.A), 닭고기 0.5 g을 새롭게 제조한 methanolic potassium hydroxide solution(0.5 M) 5 mL와 혼합하여 균질화하였다. 균질물을 80°C shaking water bath에서 30

분 동안 가열하여서 검화하였다. 검화 후 식힌 다음에 증류수 1 mL와 헥산 5 mL를 첨가하여 2,000 ×g에서 15분간 원심분리한 후 콜레스테롤을 함유하는 상등액을 얻었다. 상등액 1 µL를 Gas chromatographic analyser에 주입하여 콜레스테롤을 측정하였다. 불꽃이온화검출기, 자동시료주입기(model AOC-17 Shimadzu Corp.) 및 Chromatography data system(model Class-VP Shimadzu Corp.)이 갖춰진 Gas chromatographic system(model GC-15A, Shimadzu Corp., Kyoto, Japan)을 이용하였다. 1.0 µm의 필름 두께로서 SPB-1(Supelco Inc, Bellefonte, PA, USA) 코팅된 fused silica capillary column(15 m × 0.32 mm i.d)을 사용하였다. 칼럼의 온도는 분당 2°C씩 상승하면서 250°C-275°C로 프로그램화되었으며 이 상태에서 12분 동안 유지하였다. Oven 온도는 285°C로 하였다. injection port 와 flame ionization detector 온도는 300°C로 조절하였다. helium carrier gas의 속도는 분당 2 mL, hydrogen gas는 분당 30 mL, 그리고 공기는 분당 300 mL로 유지하였다. 모든 분석은 20:1의 split ratio에서 수행하였다. 콜레스테롤 회수율은 98.3%이었다.

### 2.4. 닭고기의 지방산

상기 콜레스테롤 측정용 시료를 이용하여 닭고기의 지방산 조성을 분석하였다. 지질의 메칠화 과정은 Morrison 과 Smith[22]의 방법을 변형하여 실시하였으며 이를 간단히 기술하면 다음과 같다. 농축된 지질 분획 중 4-5 mg을 검화용 반응 용기에 넣고 새롭게 제조한 0.5N methanolic NaOH(2 g NaOH/ 100 mL methanol)를 1 mL 첨가하여 15분간 가열한 후 냉각한다. 냉각 후 methylation 용 시약인 14% BF<sub>3</sub>-methanol 2 mL를 가한 후 다시 15분간 가열한다. 실온까지 충분히 냉각시킨 다음 1 mL의 heptane과 2 mL의 NaCl 포화용액을 가하여 1분간 혼합한 다음 실온에서 30분간 방치한다. 상등액을 1 µL를 취하여 flame-ionization detector가 부착된 Gas chromatographic system(model GC-15A, Shimadzu Corp., Kyoto, Japan)에 주입하여 지방산을 분석하였다. Omegawax 250 capillary column(30 m × 0.25 mm i.d., 0.25µm film thickness, Supelco, Bellefonte, PA)을 사용하였다. 분석기기의 조건

은 injector temp. 240°C, detector temp. 250°C, oven temp. 160°C, carrier gas로써 helium(4.7 mL/min)을 이용하였으며 split ratio는 1:20이었다. 표준용액으로는 미국 Supelco사의 PUFA No. 2, animal source 제품을 이용하였다.

## 2.5. 지방산패도

4°C에 7일간 저장하면서 지방산패도(TBARS, thiobarbituric acid reactive substances)를 측정하였다. 닭 껍질을 포함한 다리살 5 g, 증류수 15 mL 그리고 butylated hydroxyanisole(BHA) 50 µL를 혼합하여 homogenizer(Ultra-Turrax T25, IKL-Labortechnik, Germany)로 10,000 rpm에서 20초간 균질화하였다. 균질액 1 mL와 60°C에서 용해한 thiobarbituric acid 1.3%(wt/vol)를 함유하는 50%의 trichloroacetic acid 혼합용액(TBA/TCA) 2 mL를 넣고 교반기에서 10초간 혼합하였다. 발색을 위하여 혼합물을 90°C 항온수조에서 15분 동안 가온한 다음 실온까지 냉각시켰다. 4°C로 조절된 Automatic refrigerated centrifuge(RC-3, SORVALL Co., USA) 2,200 ×g에서 15분간 원심분리 후 상등액을 얻었다. 상등액을 Spectrophotometer(UV mini-1240, Shimadzu, Japan)를 이용하여 531 nm에서 흡광도를 측정하였다. 증류수 1 mL와 TBA/TCA 혼합용액 2 mL를 함유하는 맹검(blank)의 측정치와 비교하였고, 그 차이 값에 상용계수 5.88을 곱해서 닭고기의 TBARS 량을 닭고기 kg당 MDA mg으로 표시하였다. MDA 형성을 위해 수용액에서 스스로 분해되는 tetrathoxypropane(Sigma, St. Louis, MO)을 표준물질로 사용하였다[23].

## 2.6. 육색

닭고기의 육색은 Chroma meter(CR-300, Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여 도살 후 3시간 이내의 가슴살에서 측정하였고, 각 처리구로부터 9마리를 선택해서 측정하였다. 근육의 표면을 제거하고 측정에 앞서서 시료는 4°C에서 1시간 동안 발색시켰다. 3반복으로 측정하였으며 while tile(L\*=92.30, a\*=0.32 및 b\*=0.33)을 표준으로서 사용하였다. 육색은 Hunter 값(L\*=명도, a\*=적색도 및 b\*=황색도)으로 표시하였다.

## 2.7. pH

브로일러 도체의 우측대흉근(the right

breast pectoralis major muscle)에서 최종 pH를 측정하였으며, 대기온도에서 pH 4.0과 7.00 완충액으로 보정한 유리전극이 부착된 휴대용 pH meter(ATI Orion 370, USA)를 이용해서 우측대흉근육의 가장 두꺼운 부위에 유리전극을 직접 주입하여 측정하였다[24].

## 2.8. 통계처리

자료는 SAS software의 GLM procedure를 사용하여 분산분석(ANOVA)에 의해서 분석하였고 Duncan's multiple range test에 의해서 모든 자료에 대한 통계적인 유의차는  $p < 0.05$ 에서 검정하였다[25].

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 콜레스테롤과 지방산

생통닭고기의 지질, 콜레스테롤과 지방산 조성은 Table 2에서 보는 바와 같다. 생통닭고기의 지질과 콜레스테롤 함량은 소나무껍질 추출물을 섭취한 T3, T4가 T1, T2에 비해서 유의하게( $p < 0.05$ ) 낮았다. 지질 함량은 소나무껍질 추출물을 섭취한 처리구가 항생제 처리구 및 대조구에 비해서 각각 24.67%, 20.49% 까지 낮아진 것으로 나타났으나, 항생제 처리구와 대조구 사이의 통계적인 차이는 없었다. 콜레스테롤 함량은 소나무껍질 추출물을 섭취한 처리구가 항생제 처리구 및 대조구에 비해서 각각 20.49%, 20.55% 까지 감소하였다. SFA 수준은 T3, T4가 T1, T2에 비해서 유의하게( $p < 0.05$ ) 낮아지는 경향이었으나 T1, T2 사이의 통계적인 차이는 없었다. SFA 가운데 palmitic acid(C16:0), stearic acid(18:0)은 T3, T4가 T1, T2에 비교할 때 유의하게( $p < 0.05$ ) 낮았다. 따라서 소나무껍질 추출물을 섭취한 처리구에서 SFA의 감소율이 컸던 점은 palmitic acid와 stearic acid의 감소율에 크게 기인한 것으로 볼 수 있다. MUFA와 PUFA는 T3, T4가 T1, T2에 비해서 유의하게( $p < 0.05$ ) 높은 경향이였다. MUFA로서 oleic acid(18:1n-9) 및 PUFA로서 linoleic acid (18:2n-6)는 T4, T3가 높았으며 T1, T2는 서로 비슷하였다. UFA 수준은 T3, T4가 T1, T2와 비교할 때 유의하게( $p < 0.05$ ) 높았다. 결과적으로 소나무껍질 추출물을 섭취한 처리구에서 UFA의 증가는 oleic acid 과



Table 2. Lipid, cholesterol and Fatty acid composition of fresh whole chicken meat fed experimental diets for 35 days

Item <sup>1)</sup>	Groups			PSE <sup>2)</sup>
	Control	Antibiotics	Pitamin 65 ppm	
Lipid	6.08 <sup>a</sup>	5.76 <sup>a</sup>	4.58 <sup>b</sup>	0.7805
Cholesterol	55.76 <sup>a</sup>	55.80 <sup>a</sup>	44.33 <sup>b</sup>	6.1307
Fatty acid				
14:0	1.34	1.56	1.27	0.2509
16:0	33.27 <sup>a</sup>	33.18 <sup>a</sup>	30.20 <sup>b</sup>	2.8171
16:1n-7	3.61	4.02	3.76	0.4015
18:0	8.37 <sup>b</sup>	9.03 <sup>a</sup>	7.01 <sup>c</sup>	0.6307
18:1n-9	42.21 <sup>b</sup>	42.57 <sup>b</sup>	45.32 <sup>a</sup>	2.0631
18:2n-6	7.33 <sup>b</sup>	6.81 <sup>b</sup>	8.33 <sup>a</sup>	1.4735
18:3n-6	0.07 <sup>3)</sup>	0.10	0.06	0.0007
18:3n-3	0.05	0.09	0.10	0.0005
20:1n-9	1.05	1.25	1.25	0.0017
20:4n-6	2.70	3.55	3.70	0.1304
SFA	42.98 <sup>a</sup>	43.77 <sup>a</sup>	38.48 <sup>b</sup>	3.8255
MUFA	46.87 <sup>b</sup>	45.68 <sup>c</sup>	49.33 <sup>a</sup>	1.0802
PUFA	10.15 <sup>b</sup>	10.55 <sup>b</sup>	12.19 <sup>a</sup>	2.3717
PUFA/SFA	0.24 <sup>b</sup>	0.24 <sup>b</sup>	0.32 <sup>a</sup>	0.0517
UFA	57.02 <sup>b</sup>	56.23 <sup>b</sup>	59.59 <sup>a</sup>	2.2133
SFA/UFA	0.75 <sup>a</sup>	0.77 <sup>a</sup>	0.68 <sup>b</sup>	0.0693

<sup>1)</sup> Lipids and cholesterol=mg/100 g of fresh whole chicken meat; fatty acids=% area.

SFA=saturated fatty acid; MUFA=monounsaturated fatty acids; PUFA=polyunsaturated fatty acids; UFA=unsaturated fatty acid.

<sup>2)</sup> Pooled standard error of the mean values for 9 broilers per group. <sup>3)</sup>Not detected.

<sup>a,b,c</sup> Mean values with different superscripts are significantly different at  $p < 0.05$ .

linoleic acid 수준의 증가에 기인한 것으로 생각할 수 있다. PUFA/SFA 비율은 T3, T4에서 높았으나 이와 반대로 SFA/UFA 비율은 T3, T4가 낮았고 각 처리구 사이에 통계적인 유의차가 인정되었다( $p < 0.05$ ). 소나무껍질 추출물을 섭취한 닭고기에서 지질함량이 유의하게 낮았던 점은 소나무껍질 추출물에 함유된 폴리페놀계 성분에 의한 것으로 볼 수 있다. 소나무껍질 추출물의 폴리페놀계 성분은 지질합성 억제 및 지질분해 촉진 효과가 큰 것으로 보고되었다 [11]. 소나무껍질 추출물은 지방조직에서 지방구의 축적을 억제하며 Hasegawa[26],  $\beta$ -receptor mediated activity의 자극을 경유하여 강력한 지질 분해효과를 갖는 것으로 보고되었

다[27,28]. 소나무껍질 추출물을 섭취한 닭고기에서 콜레스테롤 감소효과가 높았던 점은 브로일러 혈액의 총 콜레스테롤 수준이 가장 낮았던 점[15]을 반영한 것으로 판단된다. Kim 등 [15]은 소나무껍질 추출물을 섭취한 브로일러의 혈액 중성지방, 총콜레스테롤 및 LDLC 수준은 대조구, 항생제 첨가구에 비해서 유의하게 낮았으며, 소나무껍질 추출물의 급여에 의해서 혈액 지질이 낮아진 이유는 소나무껍질에 함유된 polyphenols에 기인[6,29]한 것으로 추정하였다. 동물에서 혈액 콜레스테롤 수준이 조직 및 근육 속으로 곧 바로 이행된 후 생체 내 축적된다는 점은 널리 알려진 사실이다. Hong 등은 산란계 사료 내 소나무껍질 추출물을 0.1%,

Table 4. Meat color and pH in fresh breast muscle from broilers fed the experimental diets for 35 days

Item <sup>1)</sup>	Groups			PSE <sup>2)</sup>
	Control	Antibiotics	Pitamin 65 ppm	
L*	47.37 <sup>c</sup>	48.81 <sup>b</sup>	50.72 <sup>a</sup>	1.3725
a*	3.86 <sup>b</sup>	4.57 <sup>a</sup>	3.13 <sup>c</sup>	0.6779
b*	5.15 <sup>b</sup>	5.09 <sup>b</sup>	7.43 <sup>a</sup>	2.2178
pH	5.98 <sup>a</sup>	6.02 <sup>a</sup>	5.81 <sup>b</sup>	0.0388

<sup>1)</sup> L\* (lightness), a\* (redness), b\* (yellowness).

<sup>2)</sup> Pooled standard error of the mean values for 9 broilers per group.

<sup>a,b</sup> Values within each row with different superscripts are different at  $P < 0.05$ .

0.2% 수준으로 각각 첨가하였을 때 60 g 대란 기준으로 환산한 계란의 콜레스테롤은 대조구에 비해서 소나무껍질 추출물을 섭취한 처리구가 낮았다고 하였으며, 계란의 포화지방산 조성은 소나무껍질 추출물 0.2% 첨가구가 가장 낮았고 불포화지방산은 소나무껍질 추출물 0.2% 첨가구가 가장 높았다고 하여[14] 본 결과를 지지해주고 있다. 소나무껍질 추출물을 섭취한 처리구에서 닭고기의 포화지방산 함량이 낮았고 불포화지방산 특히 oleic acid과 linoleic acid 함량이 유의하게 높았던 점은 소나무껍질 추출물에 함유된 bioflavonoids의 항산화작용에 기인하여 생체 세포막의 지질과산화물을 억제함으로써 불포화지방산의 축적율이 높게 유지된 것으로 볼 수 있다[30,31]. 본 연구결과, 브로일러 사료 내 소나무껍질 추출물의 첨가로 닭고기의 콜레스테롤과 포화지방산이 낮아지고 불포화지

방산이 증가하였음을 관찰하였다. 그러므로, 브로일러 사료 내 소나무껍질 추출물의 공급은 닭고기의 콜레스테롤과 SFA 수준을 낮출 수 있으며 UFA, 특히 oleic acid 수준을 강화할 수 있을 것으로 생각된다. 식이의 SFA와 콜레스테롤 함량은 심혈관질환과 관련한 위험인자이며 SFA와 콜레스테롤의 섭취량을 줄이고 UFA의 섭취량을 높이는 것이 바람직한 것으로 알려져 있다. 식이의 건강면에서 볼 때 UFA 함량이 높고 콜레스테롤 함량이 낮은 식품은 심혈관질환을 예방하는데 도움을 줄 수 있다[32]. oleic acid는 혈액 LDLC 함량을 낮추고 동시에 염증 반응을 억제하여 동맥경화증을 예방하는 데 도움을 줄 수 있다[33,34].

### 3.2. 지방산패도

닭고기의 저장기간 중 지방산패도를 나타내

Table 3. TBARS values of thigh meat stored for 7 days at 4°C<sup>1)</sup>

Storage days	Groups			PSE <sup>2)</sup>
	Control	Antibiotics	Pitamin 65 ppm	
0	0.18	0.17	0.17	0.0205
3	0.42 <sup>a</sup>	0.45 <sup>a</sup>	0.37 <sup>b</sup>	0.0371
5	0.71 <sup>a</sup>	0.68 <sup>a</sup>	0.55 <sup>b</sup>	0.1075
7	0.88 <sup>a</sup>	0.85 <sup>a</sup>	0.67 <sup>b</sup>	0.1708

<sup>1)</sup> TBARS : thiobabaturic acid reactive substances (mg of malondialdehyde/kg of chicken).

<sup>2)</sup> Pooled standard error of the mean values for 9 broilers per group.

<sup>a,b</sup> Values within each row with different superscripts are different at  $P \leq 0.05$ .

는 TBARS 변화는 Table 3에서 보는바와 같다. 닭 껍질을 포함한 다리살의 저온저장 중 TBARS 값은 저장일수가 증가함에 따라서 높아졌다. 3일부터 7일 사이의 TBARS는 소나무껍질 추출물을 섭취한 T3, T4가 T1, T2에 비해서 유의하게( $p < 0.05$ ) 낮은 경향이 뚜렷하였으나 T1, T2 사이에 차이는 없었다. 저장 7일째 TBARS는 소나무껍질 추출물을 섭취한 처리구가 대조구 및 항생제 첨가구에 비해서 각각 23.86%, 21.17% 까지 낮아진 것으로 나타났다. 본 결과는 브로일러사육 35일 동안 소나무껍질 추출물 5%를 함유하는 프리믹스 0.1%, 0.2%를 첨가하여 해줌으로써 닭고기의 저장성 연장효과를 기대할 수 있었다는 Park[16]의 보고와 일치한다. 소나무껍질 추출물 첨가구에서 TBARS 성적이 우수하게 나타난 점은 소나무껍질 추출물에 함유된 항산화 활성 및 항균 활성물질의 작용에 의해서 나타난 효과일 것으로 추정해 볼 수 있다[35]. 소나무껍질 추출물에 함유된 폴리페놀성분은 강력한 항산화제로써 비타민 E와 C에 비해서 몇 배 이상 높은 항산화능력을 갖는 것으로 알려졌다[4]. Torras 등은 프랑스 소나무껍질 해충추출물인 pycnogenol의 항산화 활성은 비타민 E, 비타민 C 및 포도씨 추출물에 비해서 월등히 높았다고 하였다[11]. 소나무껍질 추출물은 천연 폴리페놀계 항산화물질인 bioflavonoids를 함유하며[6,10], 이러한 항산화물질의 작용으로 닭고기의 저장성 연장효과가 높게 나타난 것으로 생각해 볼 수 있다. 지질산화는 육질을 낮추는 요인이며 malondialdehyde는 지질의 수용성 분해산물로써 고기 내 지질산화의 정도를 반영하는데 널리 사용될 수 있는 지표이다[36]. 소나무껍질 추출물에 함유된 phenolic acids, flavonoids, aromatic compounds와 같은 phenolic compounds가 사료 내 토크페롤에 관한 잉여효과 또는 토크페롤의 재생작용을 일으켜서 닭고기의 TBARS 생성을 억제한 것으로 볼 수 있다. 증가된 항산화상태는 지질산화에서 야기된 스트레스에 대한 보호능력이 클 것으로 보기 때문에 소나무껍질 추출물 첨가에 따른 TBARS의 억제효과는 곧 닭고기의 저장성 연장효과를 갖는 것으로 생각할 수 있다 [37,38].

### 3.3. 육색과 pH

CO<sub>2</sub>에 의해서 스트레스를 주지 않고 안정적

으로 희생된 닭고기 가슴살의 육색과 pH는 Table 4에서 보는 바와 같다. 육색 가운데 밝은 색(lightness)을 나타내는 L\* value와 황색(yellowness)을 나타내는 b\* value는 소나무껍질 추출물을 섭취한 T3가 T1, T2에 비해서 유의하게 높았으나, 이와 반대로 pH는 소나무껍질 추출물을 섭취한 T3에서 유의하게 낮았다( $p < 0.05$ ). 육색은 소비자가 고기의 품질을 판단하는데 있어서 영향할 수 있는 중요한 기준이며, L\* 값은 백색근육에서 중요하며 육즙손실 및 pH와 관계가 있다[39]. 닭 근육조직의 육색은 보다 낮은 pH를 갖는 닭고기에서 더욱 밝은 색을 나타내는 것으로 알려져 있다 [40]. 사후 근육의 pH는 육색발현과 보수력을 포함한 닭고기의 품질 및 저장성에 강한 영향을 주며 고기의 기술적인 품질과 감각적인 품질의 예측지표로서 널리 이용한다[41]. 도계장에서 도계한 닭고기의 pH는 사후강직 중에 달라질 수 있기 때문에 사후강직이 완료된 후에 24시간째 측정된 최종 pH를 닭고기의 품질평가에 널리 사용하고 있다. 식육의 최종 pH가 낮으면 보수력이 감소되는 것으로 알려져 있으며 이상육(paleness)의 출현과 낮은 보수력은 낮은 최종 pH와 관계가 있거나 또는 원인에 의한 것으로 알려져 있다[42]. 본 연구결과는 브로일러에게 35일 동안 소나무껍질 추출물 5%를 함유하는 프리믹스 0.1%와 0.2%를 급여한 닭 가슴근육에서 pH 감소와 함께 보수력이 높았다는 Park의 보고와 일치한다[16]. Park은 소나무껍질 추출물을 섭취한 닭 가슴살에서 pH가 낮아진 이유는 소나무껍질 추출물이 지닌 항산화 활성의 증가에 기인하였을 것으로 추정하였으며, 낮아진 도체의 pH 및 높은 수분함량은 보수력 증가에 영향하였을 것으로 보고하였다[16]. 닭에서 항산화 활성의 증가에 기인한 보수력 증가는 사후 온도, pH 및 육색발현과 관련이 깊다 [38,43]. 그러나 안정적으로 희생한 도체의 pH가 낮아진 부분에 관해서는 추가적인 연구가 필요할 것이다.

## 4. 결론

본 연구는 브로일러 사료 내 항생제 대체제로써 국산 소나무껍질 추출물을 섭취한 닭고기의 콜레스테롤, 지방산 함량 및 저장성에 관한



효과를 조사하였다. 브로일러 수컷 180수를 3처리구로 완전임의배치 하였으며, 실험처리구는 T1(대조구); T2(avilamycin 8 ppm); T3(소나무껍질 추출물 65 ppm)로 구분하였다. 생닭고기의 지질함량은 소나무껍질 추출물을 섭취한 T3가 T1, T2에 비해서 각각 24.67%, 20.49%까지 감소하였고, 콜레스테롤 함량은 각각 20.49%, 20.55%까지 유의하게 감소하였다. 포화지방산 함량은 소나무껍질 추출물을 섭취한 T3가 T1, T2에 비해서 낮았으나, 불포화지방산 함량은 오히려 유의하게 높았다. 닭 껍질을 포함한 다리살의 저온저장 7일째 TBARS 값은 소나무껍질 추출물을 섭취한 T3가 T1, T2에 비해서 각각 23.86%, 21.17%까지 유의하게 낮아졌다. 육색 가운데 L\* value (lightness)와 b\* value(yellowness)는 소나무껍질 추출물을 섭취한 T3가 T1 및 T2에 비해서 높았으나, 이와 반대로 pH는 소나무껍질 추출물을 섭취한 T3에서 유의하게 낮았다. 결론적으로 브로일러 사료 내 국산 소나무껍질 추출물을 섭취한 닭고기의 지질, 콜레스테롤 및 포화지방산 함량은 항생제 첨가구에 비해서 유의하게 낮아졌고 불포화지방산 특히 oleic acid 함량은 증가하였다. 이 결과는 브로일러 사료 내 소나무껍질 추출물 65 ppm을 첨가해주면 항생제 첨가구에 비해서 닭고기의 지질과 관련한 품질 및 저장성이 향상된 닭고기를 생산할 수 있음을 시사해준다.

### 감사의 글

본 연구수행을 위해 시료를 제공해준 뉴트라팜(주), 연구에 도움을 준 김결현, 조미영, 박상오 학생 그리고 강원대학교 동물생명과학대학 동물자원공동연구소의 지원에 감사를 드립니다.

### 참고문헌

1. J. J. Dibner and J. D. Richards. Antibiotic growth promoters in agriculture : History and mode of action, *Poult. Sci.*, **84**, 634 (2005).
2. R. Chizzolini, E. Zanardi, V. Dorigoni, and S. Ghidini. Calorific value and cholesterol content of normal and low-fat meat and meat products, *Trends in Food Science and Technology*, **10**, 119 (1999).
3. J. J. Wang, T. M. Pan, M. J. Shieh, and C. C. Hsu. Effect of red mold rice supplements on serum and meat cholesterol levels of broilers chicken, *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **71**, 812 (2006).
4. Y. C. Ozlem, M. Ganera, I. Akgum, C. Sevimli, K. S. Korkmaz, and E. Bedir. Determination of polyphenolic constituents and biological activities of bark extracts from different Pinus species, *J. Sci. Food Agric.*, **89**, 1339 (2009).
5. T. Grimm, A. Schafer and P. Hogger. Antioxidant activity and inhibition of matrix metalloproteinases by metabolites of maritime pine bark extract(pycnogenol), *Free Radic. Biol. Med.*, **36**, 811 (2005).
6. S. Devaraj, S. Vega-Lopez, N. Kaul, F. Schonlau, P. Rohdewald, and I. Jialal. Supplementation with a pine bark extract rich in polyphenols increases plasma antioxidant capacity and alters the plasma lipoprotein profile, *Lipids*, **37**, 931 (2002).
7. K. Silliman, J. Parry, L. L. Kirk, and R. L. Prior. Pycnogenol does not impact the antioxidant or vitamin C status of healthy young adults, *J. Am. Diet Assoc.*, **103**, 67 (2003).
8. M. Araghi-Niknam, S. Hosseini, D. Larson, P. Rohdewald, and R. R. Watson. Pine bark extract reduces platelet aggregation, *Integr. Med.*, **2**, 73 (2000).
9. T. Grimm, Z. Chovanová, J. Muchová, K. Sumegová, A. Liptáková, Z. Ďuračková, and P. Högger. Inhibition of NF- $\kappa$ B activation and MMP-9 secretion by plasma of human volunteers after ingestion of maritime pine bark extract (Pycnogenol), *J. Inflammation*, **3**, 1 (2006).
10. P. A. Rohdewald. A review of the French maritime pine bark extract (pycnogenol), An herbal medication with a diverse

- clinical pharmacology, *Int. J. Clin. Pharmacol. Ther.*, **40**, 158 (2002).
11. M. A. Torras, C. A. Faura, F. Schonlau, and P. Rohdewald. Antimicrobial activity of pycnogenol, *Phytother Res.*, **19**, 647 (2005).
  12. J. Ahn, I. U. Grun, and A. Mustapha. Effects of plant extracts on microbial growth, color change, and lipid oxidation in cooked beef, *Food Microbiol.*, **24**, 7 (2007).
  13. J. H. Choi, M. K. Choi, O. T. Han, S. J. Han, S. J. Chung, C. K. Shim, and D. D. Kim. Evaluation of skin absorptio of catechin from topical formulations containing Korean pine bark extract (pinexol®), *J. Kor. Pharm. Sci.*, **37**, 359 (2007).
  14. B. J. Hong, J. S. Oh, B. W. Kim, and B. S. Park. Effect of feeding dietary pitamin as a organic livestock feed additives in laying hens, *Kor. J. Organic Agriculture*, **16**, 205 (2008).
  15. B. W. Kim, J. S. Oh, O. T. Han, S. O. Park, and B. S. Park. Effect of pitamin as an antibiotics replacement for organic livestock feed additives in broiler chickens, *Kor. J. Organic Agriculture*, **17**, 111 (2009).
  16. Park Byung Sung. The shelf-life and meat quality of broilers fed pine bark extract (pitamin), *Kor. J. Anim. Food Res.*, **29**, 430 (2009).
  17. National Research Council. Nutrients requirements of poultry. 9th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC, (1994).
  18. Scot PIL training manual, Glasgow Univ. UK, (1994).
  19. B. Close, K. Banister, V. Baumans, E. M. Bernoth, N. Bromage, J. Bunyan, W. Erhardt, P. Flecknell, N. Gregory, H. Hackbarth, D. Morton, and C. Warwick. Recommendations for euthanasia of experimental animals, Part 2, *Laboratory animals*, **31**, 1 (1997).
  20. J. Folch, M. Lees, and G. H. Sloane-Stanletys. A simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissues, *J. Bio. Chem.*, **226**, 497 (1957).
  21. E. D. Naeemi, N. Ahmid, T. K. Al-Sharrah, and M. Behbahani. Rapid and simple method for determination of cholesterol in processed food, *J. AOAC Int.*, **78**, 1522 (1995).
  22. W. R. Morrison and L. M. Smith. Preparation of fatty acid methylesters and dimethylacetals from lipid with boron fluoride methanol, *J. Lipid Res.*, **5**, 600 (1967).
  23. J. A. Burge and J. D. Aust. Microsomal lipid peroxidation, *Methods Enzymol.*, **52**, 302 (1978).
  24. C. Berri, J. Besnard, and C. Relandeau. Increasing dietary lysine increases final pH and decreases drip loss of broiler breast meat, *Poult. Sci.*, **87**, 480 (2008).
  25. SAS Institute Inc. SAS/STAT User's Guide. Version 9.1. SAS Inst., Cary, NC, (2004).
  26. N. Hasegawa. Inhibition of lipogenesis by pycnogenol, *Phytotherapy Res.*, **14**, 472 (2000).
  27. N. Hasegawa. Stimulation of lipolysis by pycnogenol, *Phytotherapy Res.*, **13**, 619 (1999).
  28. M. Mochizuki and N. Hasegawa. Pycnogenol stimulates lipolysis in 3t3-L1 cells via stimulation of  $\beta$ -receptor mediated activity, *Phytotherapy Res.*, **18**, 1029 (2004).
  29. M. Ikeguchi, T. Masahito, T. Atsushi, and T. Kinya. Effects of pine bark extract on lipid metabolism in rats, *J. Japanese Soc. Nutr. Food Sci.*, **59**, 89 (2006).
  30. T. Grimm, A. Schafer, and P. Hogger. Antioxidant activity and inhibition of matrix metalloproteinases by metabolites of maritime pine bark extract (pycnogenol), *Free Radic. Biol. Med.*, **36**, 811 (2004).
  31. Y. Rong, L. Li, V. Shah, and B. H. Lau.

- Pycnogenol protects vascular endothelial cells from t-butyl hydroperoxide induced oxidant injury, *Biotechnol. Ther*, **5**, 117 (1995).
32. J. B. German and C. J. Dillard. Saturated fats: what dietary intake?, *Am. J. Clin. Nutr*, **80**, 550 (2004).
33. M. Massaro, M. A. Carluccio, and R. De Caterina. Direct vascular antiatherogenic effects of oleic acid: a clue to the cardioprotective effects of the Mediterranean diet, *Cardiologia*, **44**, 507 (1999).
34. S. M. Grundy. Comparison of monounsaturated fatty acids and carbohydrates for lowering plasma cholesterol, *N. Engl. J. Med*, **314**, 745(1986).
35. J. Ahn, I. U. Grun, and A. Mustapha. Antimicrobial and antioxidant activities of natural extracts in vitro and in ground beef, *J. Food Prot*, **67**, 148 (2004).
36. S. Raharjo and J. N. Sofos. Methodology of measuring malonylaldehyde as a product of lipid peroxidation in muscle tissues: a review, *Meat Sci*, **35**, 145 (1993).
37. B. Shan, Y. Z. Cai, J. D. Brooks, and H. Corke. Antimicrobial and antioxidant effects of five spice and herb extracts as natural preservatives of raw pork, *J. Sci. Food Agric*, **89**, 1879 (2009).
38. J. F. Young, J. Stasted, S. K. Jensen, A. H. Karlsson, and P. Henckel. Ascorbic acid,  $\alpha$ -tocopherol, and oregano supplements reduce stress-induced deterioration of chicken meat quality, *Poult. Sci*, **82**, 1343 (2003).
39. S. Barbut. Problem of pale soft exudative meat in broiler chickens, *Br. Poult. Sci*, **75**, 505 (1997).
40. F. Hernandez, J. Madrid, V. Garcia, J. Orengo, and D. M. Megias. Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility, and digestive organ size, *Poult. Sci*, **83**, 169 (2004).
41. O. A. Young, J. West, A. L. Hart, and F. F. H. Van Otterdijk. A method for early determination of meat ultimate pH, *Meat Sci*, **66**, 493 (2004).
42. R. L. J. M. Van Laack, C. H. Liu, M. O. Smith, and H. D. Loveday. Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat, *Poult. Sci*, **79**, 1057 (2000).
43. P. M. Nissen and J. F. Young. Creatine monohydrate and glucose supplementation to slow- and fast-growing chickens changes the postmortem pH in pectoralis major, *Poult. Sci*, **85**, 1038 (2006).