

솔잎 분말 첨가 사료가 계육의 품질 및 이화학적 특성에 미치는 영향

박 창 일 · 김 영 직[†]

대구대학교 동물자원학과

Effects of Dietary Supplementation of Pine Needle Powder on Meat Quality and Physico-chemical Properties of Chicken Meat

Chang-ill Park and Young-Jik Kim[†]

Department of Animal Resource, Daegu University, Gyeongsan 712-714, Korea

ABSTRACT This study were carried to investigate to the effects of diet supplemented with pine needle powder on pH, total phenol contents, DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical scavenging activity, TBARS (thiobarbituric acid reactive substance), WHC (water holding capacity), shear force, sensory evaluation, meat color, and fatty acid composition of chicken meat. Broiler chicks were fed the corresponding diets containing 0% pine needle powder (Control), 0.3% pine needle powder (T1), 0.6% pine needle powder (T2), or 0.9% pine needle powder (T3) for five weeks. The pH and TBARS was significantly decreased by the supplementation of pine needle powder compared to the control ($P<0.05$). The total phenol contents and DPPH radical scavenging activity were significantly increased by the supplementation of pine needle powder compared to the control ($P<0.05$), and T3 showed the most effective ($P<0.05$) more effective in improving self-life compared to the other treatment groups. The CIE a^* value of treatment groups showed significantly higher value compare to the control, however, CIE L^* values was decreased. In fatty acid composition, the level of oleic acid in chicken meat was significantly ($P<0.05$) increased by the supplementation of pine needle powder compared with the control group. In conclusion, dietary supplementation of pine needle powder was effective in decreasing pH and TBARS, and increasing total phenol contents and DPPH radical scavenging activity in broiler meats.

(Key words : pine needle powder, total phenol contents, DPPH radical scavenging activity, physico-chemical properties)

서 론

오늘날 국민 소득이 높아지고 삶의 질이 향상되면서 식품은 단지 섭취하여 생명을 유지하는 기능은 물론 소비자의 식생활 패턴이 안전하고, 건강에 유익한 식품을 선호하는 추세에 있다. 이러한 기능성과 안정성이 보장된 고품질의 축산물을 생산하기 위해 식품 보존제와 첨가제를 사용하고 있으나, 이들의 안전성과 환경 문제가 대두되고 있는 실정이다(Kang, 1995). 그러므로 인체에 유익하고 친환경적인 천연물을 이용한 기능성과 생리 활성 물질이 함유된 축산물의 생산 필요성이 중요하게 인식되고 있고(Park et al., 1992), 천연 물질에 관한 많은 연구가 국내외에서 수행되고 있으며, 최근에는 약리성분이 풍부하고 항미생물, 항산화 물질을

함유하고 있는 한약재를 축산물 생산에 이용하려는 연구가 진행되고 있다(강혜경 등, 2009; Sofos et al., 1998). 약용식품은 예로부터 동양 의학에서 질병의 예방 및 치료제로 이용되어 왔으며, 최근 이들의 생리활성 효과 및 작용 기전이 과학적으로 입증되고 있다(Wang et al., 2000; Windisch et al., 2008). 한약재 및 한약재 추출물은 항미생물, 항바이러스, 항산화 및 면역시스템 강화의 기능이 있으며(Dahilja et al., 2006), 식육 산업 분야에서도 한약재가 항산화 능력, 식육의 품질 개선 및 저장 기간의 연장에 효과가 있음이 보고되고 있다(김동욱 등, 2007; 김병기 등, 2004).

솔잎은 예로부터 민간요법으로 중풍을 예방하고, 신경통, 관절염, 동맥경화, 고혈압, 당뇨병과 같은 노화성 질환을 예방하는 효능(Moon et al., 1993)이 있으며, 체내 지방 축적을

[†] To whom correspondence should be addressed : rladudwlr1@ yahoo.co.kr

억제하는 효과(Kim and Kim, 1999; 이은과 최무영, 2000), 항산화 작용(Kim and Cho, 1999; 김수민 등, 2002), 아질산염소거 작용(홍근택 등, 2004; 김수민 등, 2002), 항암 효과(Choi, 1991) 및 항균 작용(Choi et al., 1997) 등의 효과가 있음이 보고되었으며, 솔잎이 갖고 있는 flavonoid 성분은 지질대사에 관여하고, 특히 콜레스테롤의 저하 효과가 있는 것으로 보고하였다(이은과 최무영, 2000).

이와 같이 소나무 잎은 민간이나 한방에서 이용되고 있었을 뿐만 아니라 우리나라 산야에서 쉽게 구할 수 있는 장점이 있음에도 소나무 잎을 이용하여 계육의 품질에 미치는 영향에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구는 육계 사료에 솔잎 분말을 첨가 수준에 따라(0, 0.3, 0.6 및 0.9%) 첨가 급여한 후 생산된 계육의 pH, 총페놀 함량, 전자공여능, TBARS, WHC, 전단력, 관능검사, 육색 및 지방산 조성을 조사하였다.

재료 및 방법

1. 실험 동물

본 실험은 부화 1일령의 Hubbard 160수를 공시하였고, 4처리, 4반복, 반복당 10수씩 완전 임의 배치하여 5주간 평사에서 사육하였다. 사육실 내의 온도는 처음 1주간은 $30 \pm 1^\circ\text{C}$ 로 한 뒤 매주 2°C 씩 감소시켜 시험 종료 마지막 주에는 $24 \pm 1^\circ\text{C}$ 가 유지되도록 하여 사육하였다. 사육 기간 중 사료와 물은 자유로이 섭취하도록 하였다. 기초 사료는 Y사에서 시판중인 옥수수, 대두박 위주의 크럼블 형태인 육계 초기 사료(에너지 3,080 kcal/kg, 조단백질 21.50%, Lysine 1.35, Met+Cys 0.95, Ca 0.85%, P 0.56%), 펠렛 형태의 육계 전기 사료(에너지 3,070 kcal/kg, 조단백질 21.00% Lysine 1.20%, Met+Cys 0.89%, Ca 0.88%, P 0.54%)와 육계 후기 사료(에너지 3,125 kcal/kg, 조단백질 19.00%, Lysine 1.12%, Met+Cys 0.86%, Ca 0.8, P 0.50%)로 항생제가 첨가되지 않은 사료를 이용하였다. 시험구는 무첨가구를 대조구(Control)로 하고, 솔잎 분말 0.3% 급여구를 T1, 솔잎 분말 0.6% 급여구를 T2, 그리고 솔잎 분말 0.9% 급여구를 T3로 하였다. 솔잎은 5월 중순경에 적송 소나무에서 채취하였으며, 채취한 시료는 통풍 건조기로 건조한 후 시험 사료로 하였다. 실험에 사용된 솔잎의 조지방 함량은 2.93%, 조단백질 3.86%, 조섬유 50.34% 그리고 조회분 함량이 3.60%인 솔잎을 이용하였다. 시험사료는 첫 주부터 시험 종료 시까지 급여한 후 도제하였고, 육질 분석을 위한 시료는 처리구당 체중이 비슷한 개체를 20수씩 선발하여 박피한 후 다리살을 이용하였다.

2. 조사 항목 및 방법

1) pH

pH는 세절육 10 g에 증류수 90 mL를 가하고, homogenizer(NS-50, Japan)로 10,000 rpm에서 1분간 균질화한 후 pH meter(691 pH meter, Metrohm, Swiss)로 측정하였다.

2) 총 페놀 함량 및 전자공여능

시료 5 g에 80% 에탄올 용액 100 mL를 가하여 환류 냉각기가 부착된 heating mantle에서 80°C 로 2시간 동안 반복 추출한 후 Whatman No. 5로 여과하였다. 여과액을 hexane으로 지방을 제거한 다음 40°C 로 진공 농축한 후 80% 에탄올 용액 5 mL로 정량하였다. 정량액 1 mL와 Folin-Denis 시약 3 mL를 혼합하여 30분간 방치한 다음 10% Na_2CO_3 용액 3 mL를 가하여 혼합하고 1시간 정치시킨 후 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 표준 검량 곡선은 garlic acid를 이용하여 작성하였다.

DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 라디칼 소거능은 Blois (1958)의 방법에 준하여 측정하였다. DPPH 16 mg을 100 mL 에탄올에 녹인 후 여과지로 여과하고 냉암소에 보관하였다. 조제한 DPPH 용액 0.8 mL에 에탄올을 2~3 mL를 가하고 10초 동안 강하게 진탕하여 spectrophotometer 흡광도 값이 0.95~0.99가 되도록 에탄올의 양을 조정하였다. 시료 용액 0.2 mL를 취하여 앞에서 조절된 에탄올 1 mL와 DPPH 용액 0.8 mL를 가하여 10초 동안 강하게 진탕하여 10분 동안 방치하고, 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 1 mM ascorbic acid를 사용하였고, 다음 식을 이용하여 DPPH 라디칼 소거능을 계산하였다.

DPPH 라디칼 소거능=

$$(1 - \text{시료의 흡광도} / \text{대조군의 흡광도}) \times 100$$

3) TBARS(Thiobarbituric acid Reactive Substance)

TBARS는 Witte et al.(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 흔든 후 15시간 냉암소에 보관한 후 530 nm에서 흡광도(Sequoia Tumer Co., USA)를 측정하였다.

4) 보수성(Water Holding Capacity, WHC)

세절육 10 g을 원심분리관에 넣고 70°C water bath에서 30

분간 가열하고 방냉한 후 1,000 rpm에서 10분간 원심분리 후 분리된 육즙량을 측정하고, 총 수분량을 측정하여 아래 공식에 대입하여 계산하였다.

$$\text{보수력(\%)} = \text{분리된 수분량(mL)} \times 0.951 / \text{총수분량(g)} \times 100$$

5) 전단력

전단력은 다리부위 근육을 2×2 cm 두께로 절단하고, 75℃ 항온 수조에서 가열 후 방냉하여 근섬유 방향과 평행하게 시료 채취기로 취하여 Rheometer(CR-311, Sun Scientific Co, Japan)로 측정하였으며, 하중량 5 kg, 기준 위치 40 mm, 작동 속도 30 mm/min으로 하였다.

6) 관능검사

관능검사는 훈련된 10명의 관능검사요원이 다중성, 연도, 육향을 5점 척도법으로 실시하였다(5=아주 좋다, 4=좋다, 3=보통이다, 2=싫다, 1=아주 싫다).

7) 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 측정한 후 평균값을 나타내었다.

8) 지방산 조성

계육의 지방산 분석은 Folch et al.(1957)의 방법에 따라 시료를 세절하여 시료 25 g에 Folch 용액(CHCl₃ : CH₃OH=2:1) 180 mL와 BHT 0.5 mL를 넣고 homogenizer(2,500 rpm)

로 균질화하여 0.08% NaCl 50 mL를 첨가 혼합한 후 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하였다. 그 후 추출된 지질 50 mg을 tefron-lined screw-cap tube에 넣고 4% H₂SO₄(in methanol) 3 mL를 첨가하여 90℃ water bath에서 20분간 methylation시킨 후 hexane 3 mL와 증류수 2 mL를 넣고 섞은 다음 상층을 회수하여 GC(GC 14A, Shimadzu, Japan)로 분석하였으며, 이 때 GC의 분석 조건으로 column의 초기 온도는 140℃에서 시작하여 2℃/min의 속도로 230℃까지 온도를 상승시켜 2분간 유지하였다. 이때 injector와 detector의 온도는 240℃와 250℃로 하였다.

3. 통계 분석

본 실험에서 얻어진 결과는 SAS program(2002)을 이용하여 분산분석을 실시하였고, 처리구간에 따른 평균간 유의성 검정은 Duncan의 다중검정방법으로 5% 수준에서 유의성 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. pH, 총페놀 함량 및 전자공여능

솔잎 분말을 0, 0.3, 0.6 및 0.9% 급여하여 사육한 계육의 pH, 총페놀 함량 및 전자공여능은 Table 1과 같다.

pH는 대조구와 T1에 비해 T2와 T3에서 유의적으로 낮아지는 결과로 솔잎 분말의 급여량이 증가함에 따라 다소 감소하였다. 총페놀함량은 대조구보다 T1, T2 및 T3 등의 솔잎 분말 급여구에서 유의적으로($P<0.05$) 높았으며, 급여량이 증가함에 따라 증가하여 급여량이 많은 T3에서 가장 높은 결과이었다. 전자공여능은 대조구보다 솔잎 분말 급여구에서 높은 결과로 솔잎 급여량이 많아질수록 그 함량이 증가하는 경향이었다($P<0.05$).

Table 1. Effect of dietary supplementation of pine needle powder on the pH, total phenol and DPPH radical scavenging activity of chicken thigh meat

Items	Treatments ¹⁾			
	Control	T1	T2	T3
pH	6.13 ± 0.08 ^a	6.04 ± 0.05 ^a	5.90 ± 0.05 ^b	5.70 ± 0.07 ^c
Total phenol (mg GAE/100 g)	71.03 ± 0.9 ^d	75.32 ± 1.11 ^c	78.24 ± 0.63 ^b	80.04 ± 0.21 ^a
DPPH radical scavenging activity (%)	26.54 ± 0.30 ^d	28.80 ± 0.33 ^c	29.93 ± 0.44 ^b	30.86 ± 0.62 ^a

Data are means ± SE.

^{a-d}Means within row with different superscripts are significantly different ($P<0.05$).

¹⁾Control: Basal diet. T1: Basal diet with 0.3% pine needle powder. T2: Basal diet with 0.6% pine needle powder. T3: Basal diet with 0.9% pine needle powder.

일반적으로 식육에 있어서 pH의 변화에 따라 신선도, 보수력, 육색 및 조직감 등의 품질 변화에 영향을 미치는데 (Miller et al., 1986), 식물성 사료를 사료에 첨가 급여하면 급여구에서 pH가 유의적으로 낮아진다는 보고와 유사하였다(김영직, 2006; 김일석 등, 2009). 지금까지 매우 다양한 천연 생리활성 식물성 소재들이 소개되고 있고, 이들 소재들은 우수한 항산화 능력과 다양한 약리작용을 지니고 있는 것으로 보고되고 있다(Amella et al., 1985; Hsieh and Yen, 2000). 본 실험 결과, 솔잎 분말을 급여한 계육에서 총페놀 함량과 전자공여능이 증가됨은 솔잎을 급여한 계육의 저장성 개선에 긍정적인 결과로 생각된다.

2. TBARS(Thiobarbituric Acid Reactive Substance), WHC(Water Holding Capacity) 및 전단력
솔잎 분말의 급여 수준에 따라 사육한 계육의 TBARS, WHC 및 전단력은 Table 2와 같다.

TBARS는 대조구보다 T1, T2 및 T3에서 낮았으며, T3가 가장 낮은 값을 나타내어($P<0.05$), 솔잎 분말의 급여량이 증가할수록 TBARS는 낮아져 지방산패도가 적은 것으로 나타났다. 식육의 지방산패도가 높아지는 것은 지방분해효소와 미생물 대사 및 자동산화 등에 의해 지방이 분해됨으로 형성되는 분해물질에 의한 것인데(Brewer et al., 1992), 식물체에는 다양한 형태의 항산화 물질을 함유하고 있으며(Masuda et al., 1993), 그 중에서 페놀성 물질은 항산화성을 가진 대표적인 물질로 보고되고 있다. 일반적으로 rutin, quercetin 등의 flavonoid계 색소는 식품에 있어 항산화 작용을 나타내는 것으로(Rao and Venkatainama, 1946), 지금까지 알려진 솔잎의 항산화 유효성분은 α -pinene, B-pinene, camphene 등의 정유 성분과 quercetin, kaempferol, rutin 등의 플라보이드류

및 pinnitol 등이 있으며, 이중 rutin은 항산화 능력이 우수한 것으로 보고하였다(이효진 등, 2005). 한편, 솔잎을 급여한 후 혈청과 간장 내의 TBARS를 측정한 이은(2003)은 솔잎 첨가구에서 낮은 TBARS를 나타낸다 하였고, 솔잎과 녹차 추출물의 항산화 측정 결과, 지방산화는 농도가 증가할수록 낮은 TBARS 값을 나타낸다는 보고(김수민 등, 2002)와 본 실험의 결과는 유사하였다. 이와 같은 결과는 Table 2의 총페놀함량 및 전자공여능과 관련이 있을 것으로 생각된다. 보수성과 전단력은 솔잎 분말의 급여에 의한 처리구간의 유의성은 없었다.

3. 육색

솔잎 분말의 급여수준에 따라 사육한 후 도계한 계육의 육색은 Table 3과 같다.

밝기를 나타내는 CIE L*값은 대조구와 T1에 비해 솔잎 분말 급여량이 증가함에 따라 감소하였고, T2와 T3에서 유의하게 낮았다($P<0.05$). 적색도를 나타내는 CIE a*값은 대조구보다 솔잎 분말 급여구에서 높은 결과를 보이고 있으며, 솔잎 급여량 차이에 의한 처리구간의 유의적인 변화는 관찰되지 않았으며, 솔잎 0.3% 이상 급여는 적색도를 높이는 결과이었다($P<0.05$). 황색도를 나타내는 CIE b*값은 솔잎을 급여함에 따라 감소하는 경향으로 대조구와 T1 및 T2에 비해 T3에서 유의적으로 낮아졌다($P<0.05$).

육색은 육색소인 myoglobin이 육색소 내의 산소 유무에 크게 영향을 받는데, 육조직 내의 효소 활동, 저장 온도, 미생물의 오염도, pH 등에 따라 다르며, 급여하는 사료의 영향을 많이 받는다(Dugan et al., 1999). 본 실험 결과, 솔잎 분말을 육계에 급여하면 myoglobin내의 환원형철이 산화되어 식육이 갈색으로 변색되는 것을 억제시키는데 효과적인 결과를

Table 2. Effect of dietary supplementation of pine needle powder on the TBARS, WHC, and shear force of chicken thigh meat

Items	Treatments ¹⁾			
	Control	T1	T2	T3
TBARS (mg malonaldehyde/kg)	0.043 ± 0.003 ^a	0.038 ± 0.002 ^b	0.035 ± 0.006 ^b	0.031 ± 0.005 ^c
WHC (%)	56.84 ± 0.52	57.62 ± 1.33	56.89 ± 0.32	57.57 ± 1.20
Shear force (kg/cm ²)	3.64 ± 0.19	3.69 ± 0.21	3.67 ± 0.20	3.69 ± 0.24

Data are means ± SE.

^{a-c}Means within row with different superscripts are significantly different ($P<0.05$).

¹⁾Control: Basal diet. T1: Basal diet with 0.3% pine needle powder. T2: Basal diet with 0.6% pine needle powder. T3: Basal diet with 0.9% pine needle powder.

Table 3. Effect of dietary supplementation of pine needle powder on the meat color of chicken thigh meat

Items	Treatments ¹⁾			
	Control	T1	T2	T3
CIE L*	57.83 ± 0.54 ^a	56.66 ± 0.64 ^a	55.28 ± 1.07 ^b	54.92 ± 0.56 ^b
CIE a*	11.30 ± 1.06 ^b	13.78 ± 0.67 ^a	12.98 ± 0.49 ^a	13.31 ± 0.36 ^a
CIE b*	9.28 ± 0.56 ^a	9.06 ± 0.18 ^a	8.90 ± 0.56 ^a	7.50 ± 0.38 ^b

Data are means ± SE.

^{a,b}Means within row with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

¹⁾Control: Basal diet. T1: Basal diet with 0.3% pine needle powder. T2: Basal diet with 0.6% pine needle powder. T3: Basal diet with 0.9% pine needle powder.

나타내어, 솔잎에 함유된 항산화 성분이 지방의 산화억제뿐만 아니라 metmyoglobin(MetMb) 형성 억제에도 영향을 미치는 결과이었다(김동욱 등, 2007). 고기에 항산화 물질을 첨가하면 MetMb 형성이 억제된다고 하였고(Greene et al., 1971), Yin et al.(1993)은 oxymyoglobin 산화에 의한 metmyoglobin의 생성은 지방산화와 관계가 있고 항산화제의 상태에 따라 영향을 받는다고 하였는데 본 실험에서 적색도가 높아져 솔잎이 항산화제로서 기능을 하는 것으로 나타났으나 솔잎 특유의 짙고 어두운 색으로 인해 육색 보호에는 긍정적인 영향을 미치지 못한 것으로 판단된다.

4. 관능검사

솔잎 분말을 급여수준에 따라 사육한 계육의 관능검사 결과는 Table 4와 같다.

관능검사에요원이 평가한 연도는 대조구와 T1보다 T2 및 T3에서 유의적으로 높았고, 다즙성과 육향은 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 본 실험 결과, 관능검사 요원이 평가한 연도는 솔잎 분말 급여구에서 높았고, 다즙성과 육향은 처리구간에 유사함을 보임으로 육계 사료에 솔잎 분말

의 이용 가능성이 있을 것으로 생각된다.

5. 지방산 조성 변화

솔잎 분말의 급여 수준에 따라 사육한 계육의 지방산 조성은 Table 5와 같다.

계육에 함유된 주요 지방산은 oleic acid, palmitic acid, linoleic acid, stearic acid, palmitoleic acid순이었다. 대조구보다 솔잎 분말 급여구에서 oleic acid가 증가하는 경향으로 0.9% 급여구인 T3에서 유의적으로 높았고($P < 0.05$), 솔잎 분말의 급여량이 증가함에 따라 포화지방산 함량은 감소하고, 불포화 지방산의 함량이 증가하는 경향이나 유의성은 없었다. 또한, USFA/SFA의 경우 대조구는 2.03, T1은 2.10, T2는 2.13, T3는 2.12로 대조구보다 솔잎 분말 급여구에서 높았고, 솔잎 분말의 급여량이 많아짐에 따라 USFA/SFA는 증가함을 보이고 있지만 유의성은 없었다.

단위 동물의 근육 내 지방산 조성은 급여 사료를 통해서 변화될 수 있다고 하였고(Hood, 1984), Pascual et al.(2007)은 급여 지방의 종류가 지방산 조성에 영향을 미친다고 하였으며, Hansen et al.(2006)은 목초 사료가 지방산 조성을 변화시킨다

Table 4. Effect of dietary supplementation of pine needle powder on the sensory evaluation of chicken thigh meat

Items	Treatments ¹⁾			
	Control	T1	T2	T3
Tenderness	4.28 ± 0.07 ^b	4.37 ± 0.02 ^b	4.50 ± 0.10 ^a	4.54 ± 0.06 ^a
Juiciness	4.48 ± 0.12	4.36 ± 0.06	4.43 ± 0.09	4.43 ± 0.11
Flavor	4.44 ± 0.07	4.44 ± 0.09	4.38 ± 0.07	4.43 ± 0.08

Data are means ± SE.

^{a,b}Means within row with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

¹⁾Control: Basal diet. T1: Basal diet with 0.3% pine needle powder. T2: Basal diet with 0.6% pine needle powder. T3: Basal diet with 0.9% pine needle powder.

Table 5. Effect of dietary supplementation of pine needle powder on the fatty acid composition (%) of chicken thigh meat

Items	Treatments ¹⁾			
	Control	T1	T2	T3
Myristic acid	0.73 ± 0.01	0.72 ± 0.02	0.71 ± 0.01	0.72 ± 0.01
Palmitic acid	23.99 ± 0.57	23.16 ± 0.29	23.58 ± 1.05	22.90 ± 0.48
Palmitoleic acid	6.08 ± 0.04	6.07 ± 0.02	6.11 ± 0.03	6.09 ± 0.05
Stearic acid	8.36 ± 0.26	8.46 ± 0.78	8.45 ± 0.15	8.39 ± 0.31
Oleic acid	40.17 ± 0.66 ^b	40.93 ± 0.20 ^{ab}	40.77 ± 0.93 ^{ab}	41.60 ± 0.09 ^a
Linoleic acid	18.22 ± 0.13	18.23 ± 0.04	18.00 ± 0.25	18.16 ± 0.08
Linolenic acid	1.42 ± 0.06 ^a	1.39 ± 0.03 ^a	1.40 ± 0.08 ^a	1.13 ± 0.03 ^b
Arachidonic acid	1.06 ± 0.03	1.05 ± 0.03	1.03 ± 0.01	1.04 ± 0.02
SFA ²⁾	33.08 ± 0.83	32.35 ± 0.57	31.99 ± 0.50	32.00 ± 0.16
USFA ³⁾	66.93 ± 0.83	67.66 ± 0.57	68.01 ± 0.50	68.00 ± 0.16
USFA/SFA	2.03 ± 0.08	2.10 ± 0.06	2.13 ± 0.05	2.12 ± 0.02

Data are means ± SE.

^{a-b}Means within row with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

¹⁾Control: Basal diet. T1: Basal diet with 0.3% pine needle powder. T2: Basal diet with 0.5% pine needle powder. T3: Basal diet with 0.9% pine needle powder.

²⁾SFA: Saturated fatty acid. ³⁾USFA: Unsaturated fatty acid.

고 보고한 바 있다. 본 실험 결과에서도 솔잎 분말을 육계 사료에 첨가하면 지방산 조성에 영향을 미치는 결과로 나타났다. 일반적으로 불포화지방산이 많을수록 산화에 민감하고 자동 산화의 비율이 높고, 조리된 육에서 빠르게 풍미를 저하시킨다고 보고하였는데(Pearson et al., 1983), 본 실험에서 통계적 유의성은 인정되지 않았지만 솔잎 분말을 급여할 경우, 인체에 유익한 불포화 지방산의 함량이 높아지는 결과임으로 지방산의 산화를 방지하는데 역점을 두어야 할 것으로 생각된다.

적 요

본 시험은 육계 사료에 솔잎 분말을 0, 0.3, 0.6 및 0.9% 급여하여 5주간 사육한 계육의 pH, 총폐놀함량, 전자공여능, TBARS, WHC, 전단력, 육색, 관능평가 및 지방산 조성을 조사하였다. 실험구는 솔잎 분말을 첨가 급여하지 않은 처리구를 대조구, 솔잎 분말 0.3% 급여구는 T1, 솔잎 분말 0.6% 급여구는 T2, 그리고 솔잎 분말 0.9% 급여구를 T3 등 4개 처리구로 나누어 사양하였다. 솔잎 분말을 급여한 계육의 pH, TBARS는 솔잎의 급여량이 증가함에 따라 다소 낮아지

는 결과($P < 0.05$)를 보이므로 솔잎 분말의 급여는 지방산화 지연으로 계육의 저장성 향상에 도움이 될 것으로 기대된다. 총폐놀함량과 전자공여능은 대조구보다 솔잎 급여구에서 함량이 증가하였으며, 솔잎 급여량이 증가함에 따라 함량이 다소 증가하였다($P < 0.05$). 계육의 육색 중 CIE L* 값은 대조구보다 솔잎 분말 급여구에서 낮아졌으며($P < 0.05$), CIE a* 값은 솔잎 분말의 급여에 의해 증가되어 솔잎의 급여는 산화를 지연시키는 결과이었다. 지방산 조성 중 oleic acid는 솔잎 급여구에서 증가하였고($P < 0.05$), USFA/SFA는 증가하는 경향이나 유의성은 없었다. 결론적으로 솔잎 분말을 육계에 급여하면 pH와 TBARS가 낮아지고, 총폐놀함량과 전자공여능이 증가되어 계육의 저장성 개선에 유익하게 활용할 가능성이 있을 것으로 생각된다.

(색인어 : 솔잎 분말, 총폐놀 함량, 라디칼 소거능, 이화학적 특성)

사 사

이 논문은 2011학년도 대구대학교 학술연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

인용문헌

- Amella M, Bronner C, Briancon F, Haag M, Anton R, Landry Y 1985 Inhibition of mast cell histamine release by flavonoids and biflavonoids. *Plant Med* 1:16-20.
- Blois MS 1958 Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 4617: 1199-2000.
- Brewer MS, Ikims WG, Harbers CAZ 1992 TBA values, sensory characteristic and volatiles in ground pork during long-term frozen storage: Effect of packing. *J Food Sci* 57: 558-564.
- Choi MY, Choi EJ, Lee E, Rhim TJ, Cha BC, Park HJ 1997 Antimicrobial activities of pine needle. *Korean J Appl Microbial Biotechnol* 25:293-297.
- Choi OJ 1991 Yeuakcho seungbun. Iyon Illwelulgak. Seoul. pp. 114-116.
- Dahilja JP, Wilkie DC, Van Kessel AG, Drew MD 2006 Potential strategies for controlling necrotic enteritis in broiler in post-antibiotic era. *Anim Feed Sci Technol* 129:60-68.
- Dugan MER, Aalhue JL, Jeremiah LE, Kramer JKG, Schaefer AA 1999 The effect of feeding conjugated linoleic acid on subsequent pork quality. *Can J Anim Sci* 79:45-52.
- Folch J, Lee M, Sloane-Stanley GH 1957 A simple method for the isolation and purification of lipids from animal tissues. *J Biol Chem* 226:497-509.
- Greene BE, Hsin I, Zipser MW 1971 Retardation of oxidative color changes in raw ground beef. *J Food Sci* 36:940-942.
- Hansen LL, Claudi-Magnussen C, Jensen SK, Andersen HJ 2006 Effect of organic pig production systems on performance and meat quality. *Meat Sci* 74:605-615.
- Hood RL 1984 Cellular and biochemical aspects of fat deposition in the broiler chicken. *Poultry Sci* 40:160-164.
- Hsieh CL, Yen GC 2000 Antioxidant actions of du-zhong (*Eurocommia ulmoides* Oliv) toward oxidative damage in biomolecules. *Life Sci* 66:1387-1400.
- Kang SK 1995 Isolation and antimicrobial activity of antimicrobial substance obtained from leaf mustard (*Brassica juncea*). *Korean J Food Sci Technol* 24:679-698.
- Kim MS, Kim IC 1999 Some properties and curing effect of drip from frozen-thawed pork meat. *J Korean Soc Food Nutr* 12:370-374.
- Kim SM, Cho YS 1999 Effect of pine needle extract on Fe ion and oxygen related lipid oxidation in oil emulsion. *Korean J Harvest Technol Agri Products* 6:115-120.
- Masuda T, Jitoe J, Nakatani N, Yonemori S 1993 Antioxidative and anti-inflammatory curcumin-related phenolics from rhizomes of curcuma domestica. *Phytochemistry* 32:1557-1603.
- Miller WO, Saffle RL, Zirkle SS 1986 Factors which influence the water holding capacity of various types of meat. *J Food Technol* 22:1139-1144.
- Moon JJ, Han YB, Kim JS 1993 Studies on antitumor effects of pine needle. *Korean Vet Res* 33:701-710.
- Park UT, Jang DS, Cho HR 1992 Antimicrobial effect of lithospermiradix (*Lithospermum erythrorhizon*) extract. *J Korean Soc Food Sci Nutri* 21:97-100.
- Pascual JV, Rafecas M, Canela MA, Boaatella J, Bou R, Barroeta AC 2007 Effect of increasing amounts of a linoleic rich dietary fat on the fat composition of four pigs breeds. *Food Chem* 100:1639-1648.
- Pearson MD, Gray JI, Wolzak AM, Horenstein NA 1983 Safety implication of oxidized lipids in muscle foods. *Food Technol* 37:121-129.
- Rao SS, Venkatraina PR 1946 Investigation on plant antibiotics studies on allicin the antibacterial principles of *Allium sativum*. *Ind Reserch* 18:31-36.
- SAS Institute Inc. 2002 SAS/STAT User's Guide: Version 8.2. SAS Institute, Inc., Cary, North Carolina.
- Sofos JN, Beuchat LR, Davison PM, Johnson EA 1998 Naturally occurring antimicrobials in foods. *Toxicol Pharm* 28: 71-76.
- Wang RJ, Li DF, Bourne S 2000 Can 2000 years of herbal medicine history help us solve problems in the year 2000 Biotechnology in the Feed Industry. *Proceed. Alltech's 14th Annual Symposium* pp. 273-291.
- Windisch W, Schedle K, Plitzner C, Kroismayr A 2008 Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry. *J Anim Sci* 86:140-148.
- Witte VC, Krause GF, Baile ME 1970 A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *J Food Sci* 35:352-358.
- Yin MC, Faustman C, Riesen JW, Williams SN 1993 α -Tocopherol and ascorbate delay oxymyoglobin and phospho-

- lipid oxidation *in vitro*. J Food Sci 58:1273-1276.
- 강혜경 자가디쉬벨로 손시환 장인석 문양수 2009 육계에게 가시오갈피와 두충의 첨가 급여가 항산화 효소, 지방 및 근육관련 유전자 발현에 미치는 영향. 한국가금학회지 36: 39-45.
- 김동욱 김상호 유동조 강근호 김지혁 강환구 장병귀 나재천 서옥석 장인석 이규호 2007 식물 추출물, 한방 발효물, 유산균의 단독 및 혼합 첨가 급여가 육계생산성에 미치는 영향. 한국가금학회지 34:187-196.
- 김병기 우선창 김영직 2004 썩 펠렛사료 급여가 돈육의 저장성에 미치는 영향. 한국축산식품학회지 24:121-127.
- 김수민 조영석 성삼경 이일구 이신호 김대곤 2002 솔잎 및 녹차추출물의 항산화성 및 아질산염 소거작용. 한국축산식품학회지 22:13-19.
- 김영직 2006 어유와 썩 펠렛의 급여가 돼지고기의 품질에 미치는 영향. 한국축산식품학회지 26:78-84.
- 김일석 진상근 강석남 2009 인진썩 첨가가 비육기 암돼지의 도체 및 육질에 미치는 영향. 한국축산식품학회지 29: 188-193.
- 이은 2003 솔잎 분말이 과산화지질을 급여한 흰쥐의 혈장 및 간장의 지질구성과 항산화능에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지 32:926-930.
- 이은 최무영 2000 솔잎 분말이 고 콜레스테롤 급여 흰쥐의 체지방 구성과 TBARS량에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지 32:1186-1190.
- 이효진 최승필 최형택 김수현 함영안 이득식 함승시 2005 솔잎 열수 증류액의 품질 특성. 한국식품저장유통학회지 12:107-111.
- 홍근택 이용림 임무현 정낙현 2004 솔잎발효추출물의 효소적 저해활성 및 아질산염 소거작용. 한국식품저장유통학회지 11:94-99.

(접수: 2011. 1. 31, 수정: 2011. 8. 24, 채택: 2011. 10. 7)