



잣송이 추출물의 급여가 세미브로일러의 생산성, 소화기관 특성 및 장내 미생물에 미치는 영향

박재인¹ · 문제빈² · 강선문^{3*}

¹강원대학교 동물생명과학과 교수, ²강원대학교 동물생명과학과 대학원생,
³농촌진흥청 국립축산과학원 축산물이용과 농업연구사

Effect of Diet Supplementation with Pine Cone Extracts on Growth Performance, Digestive Organ Characteristics and Cecal Microbiota of Semi-broiler

Jae In Pak¹, Che-Bin Mun² and Sun Moon Kang^{3*}

¹Professor, Department of Animal Life Science, College of Animal Life Sciences, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Republic of Korea

²Graduate Student, Department of Animal Life Science, College of Animal Life Sciences, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Republic of Korea

³Senior-associate Researcher, Animal Products Utilization Division, National Institute of Animal Science, Rural Development Administration, Wanju 55365, Republic of Korea

ABSTRACT This study investigated the effect of diet supplementation with pine cone extracts (pine cone ethanol extract: PCEE; pine cone ethanol-hexane extract: PCEHE) on growth performance, digestive organ characteristics and intestinal microbiota of semi-broiler. Twenty two-weeks-old semi-broilers were divided into four dietary groups (n=5/group; control(-): no antibiotics and pine cone extracts; control(+): 2% antibiotics [20 g/kg basal diet]; PCEE: 2% PCEE [20 g/kg basal diet]; PCEHE: 2% PCEHE [20 g/kg basal diet]). Chicks were reared and their diets were supplemented accordingly for 16 days. Final weight, weight gain and feed intake were lowest ($P<0.05$) in semi-broilers whose diet was supplemented with pine cone extracts, but both PCEE and PCEHE groups showed lower ($P<0.05$) feed conversion ratios compared to the control(-) group. Gizzard and small intestinal weight were also lower ($P<0.05$) in both PCEE and PCEHE groups than in the control(-) group. Intestinal length and villus height were similar for all treatments. Furthermore, cecal microbiota was not improved by PCEE and PCEHE supplementation. These findings suggest that diet supplementation with pine cone extracts improves the feed conversion ratio and affects the digestive organ weight of semi-broilers.

(Key words: pine cone extract, semi-broiler, growth performance, digestive organ, microbiota)

서론

잣나무(*Pinus koraiensis*)는 소나무목 소나무과 소나무속 에 해당하는 상록 침엽 교목 중 하나로써 한반도, 시베리아, 중국, 일본 등 아시아 지역에 분포하고 있고, 추위에 잘 견디는 수종으로 산악지방의 고산지대에서 많이 서식하고 있으나, 우리나라에서는 전국적으로 표고 100~1,900m 지역에 주로 서식하고 있다(KNA, 2017). 잣송이는 잣나무의 열매로 생선 비늘 모양과 같은 나무 조각들이 겹쳐져 덩어리를 형성하고 있다. 이 잣송이에는 플라보노이드가 다량 함유되

어 있어 활성산소 및 금속이온 소거능 등의 강력한 항산화 활성을 가지고 있다(Jang and Surh, 2017). 또한, monoterpene, diterpene, sesquiterpene과 같이 다양한 종류의 terpene 류를 함유하고 있으며, 추출용매의 종류에 따라 추출되는 terpene의 종류가 달라진다(Kim et al., 2008). 마우스를 이용한 동물실험에서는 혈중 총콜레스테롤, 중성지방 및 LDL-콜레스테롤 수준을 저하시킴으로써 비만 억제에도 효과가 있음이 입증된 바 있다(Lee et al., 2016).

최근 축산 분야에서는 유기사료 또는 항생제 대체제로 terpene류를 함유한 식물 또는 식물로부터 추출한 essential

* To whom correspondence should be addressed : smkang1014@naver.com

oil을 사료첨가제로 많이 활용하고 있는 실정이다(Betancourt et al., 2014; Diaz-Sanchez et al., 2015). 브로일러에게 thymol, carvacrol, thyme, star anise, oregano, sage, basil, sabinene 등의 식물 또는 essential oil을 급여했을 때, 생산성이 향상되고, 소화율, 혈액지표 및 육질에 긍정적인 영향에 미쳤다고 보고되었다(Amad et al., 2011; Hashemipour et al., 2013; Khattak et al., 2014). 또한, 발효시킨 솔잎(*Pinus ponderosa*)을 브로일러에게 급여시 혈액 및 간에서 항산화와 관련된 glutathione peroxidase 및 superoxide dismutase 활성이 증가하고, 2차 지방산화물인 malondialdehyde 생성이 억제되었다고 보고되었다(Wu et al., 2015).

국내에서는 잣송이에서 잣을 수확하고 남은 부산물을 가축사료로 활용한 연구들이 수행되어 잣송이 부산물의 급여가 산란계 및 브로일러에 미치는 영향에 대해 보고된 바 있다(Lee et al., 2007; Lee et al., 2008). 하지만 현재까지 잣송이로부터 추출한 essential oil의 급여가 닭에게 미치는 영향에 대해서는 보고되지 않았으나, 잣송이 추출물의 수율과 성분에 대해 보고된 바 있다(Kim et al., 2008). Kim et al.(2008)은 ethanol, methanol, hexane 및 ethanol-hexane과 같은 유기용매를 이용하여 잣송이 추출물을 제조했을 때, 추출물의 수율이 hexane(0.82%), methanol(4.84%), ethanol(9.23%) 및 ethanol-hexane(14.16%) 순으로 높게 나타났으며, 4개 추출물이 공통적으로 가장 많이 함유한 1-phenanthrenecarboxaldehyde의 함량이 ethanol(3.77%), methanol(6.40%), ethanol-hexane(7.62%) 및 hexane(8.04%) 순으로 높았다고 보고하였다. 따라서 본 연구는 잣송이 ethanol 및 ethanol-hexane 추출물의 급여가 세미브로일러의 생산성, 소화기관 특성 및 장내 미생물에 미치는 영향에 대해 구명하고자 실시하였다.

재료 및 방법

1. 잣송이 추출물 제조

본 실험에 이용한 잣송이는 가을철에 강원도 및 경기 북부 지역에서 자생하는 잣나무(*Pinus koraiensis*)로부터 채취하였다. 채취한 잣으로부터 열매를 제거하고, 송이 부분을 작게 절단한 후 60°C에서 24시간 동안 건조하고 미세하게 분쇄하였다. 이후 Kim et al.(2008)의 방법에 따라 ethanol 및 ethanol-hexane(7:3)을 이용하여 잣송이 추출물을 제조하였다. 우선, 잣송이 분말 300 g을 ethanol 1,000 mL 또는 ethanol-hexane(7:3) 1,000 mL와 혼합하여 24시간 동안 방치한 후 filter paper(No. 2, Whatman International Ltd., Maidstone, Kent, UK)를 이용하여 여과하였다. 최종적으로 여액은 40°C

에서 rotary vacuum evaporator(NE-1, Eyela Tokyo Rikakikai Co. Ltd., Tokyo, Kansai, Japan)를 이용하여 농축한 다음 사용 전까지 -20°C에 보관하였다.

2. 시험동물 및 설계

시험동물은 경기도 안산 소재 (주)조인에서 2주령 세미브로일러 20수(평균 327.8±5.7 kg)를 공급받아 강원도 춘천 소재 양계농장에서 16일간 공시하였다. 시험설계는 급여 사료에 따라 무작위로 5수씩 대조구(-)(항생제 및 잣송이 추출물 무급여구), 대조구(+)(항생제 급여구), 잣송이 ethanol 추출물 급여구 및 ethanol-hexane 추출물 급여구에 배치하였으며, 1수씩 단독 케이지에서 사육하였다. 본 시험에 사용한 기초사료의 배합비 및 화학적 조성은 Table 1과 같으며, 항생제(Chlortetracyclin+Clinacox+Flavomycin), 잣송이 ethanol 추출물 및 ethanol-hexane 추출물은 기초사료에 각각 2%씩 첨가하여 급여하였다. 또한, 시험기간 동안 처리구별 물과 사료는 자유급여하였다.

3. 생산성 측정

잣송이 추출물의 급여가 생산성에 미치는 영향을 구명하기 위해 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율을 측정하였다. 증체량(g)은 시험종료일 체중(g)과 시험초기일 체중(g)의 차이로 나타내었다. 사료섭취량(g)은 시험기간 동안 제공한 사료의 총량에서 섭취하고 남은 양을 뺀 값으로 나타내었다. 사료요구율은 사료섭취량을 증체량으로 나눈 값으로 산출하였다.

4. 소화기관 무게 측정

잣송이 추출물의 급여가 소화기관 무게에 미치는 영향을 구명하기 위해 시험종료일에 도살한 후 근위, 맹장 및 소장을 적출하여 무게(g)를 측정하였다.

5. 소장 및 용모 길이 측정

잣송이 추출물의 급여가 소장 및 용모 길이에 미치는 영향을 구명하기 위해 소장 길이(cm)를 측정된 직후 10%(v/v) formalin in 0.2M phosphate buffer(pH 7.4)로 고정하였다. 고정된 소장은 약 4 × 4 × 8 mm 정도의 크기로 성형하여 시료대에 올린 다음 optimal cutting temperature compound (Tissue-Tek, Sakura Finetek Inc., Torrance, C.A., U.S.A.)로 포매하였다. 포매된 시료를 microtome(Clinicut 60 Cryostat, Bright Instruments Ltd., Luton, Bedfordshire, England) chamber 내부의 quick freezer에 올려놓고 약 1분간 동결한 후, micro-

Table 1. Formula and chemical composition of experimental diet

Items	Percentage (%)
Nutrient composition	
Corn	54.27
SBM (CP 45%)	25.78
Wheat bran	9.83
Animal fat	4.29
Corn gluten meal	1.97
Tricalcium phosphate	1.70
Fish meal	0.98
DL-methionine	0.36
Salt	0.20
Limestone	0.19
L-Lysine-HCl	0.18
Vitamin premix ¹	0.15
Mineral premix ²	0.12
Total	100.00
Chemical composition	
ME (kcal/kg)	3,100
Crude protein	20.00
Crude fat	7.33
Crude ash	5.01
Ca	0.80
P	0.67

¹ Supplied per kg of diet: vitamin A, 1,200,000 IU; vitamin D₃, 250,000 IU; vitamin E, 1,000 IU; vitamin B₂, 1,200 mg; vitamin B₆, 800 mg; vitamin B₁₂, 1,400 µg; niacin, 2,400 mg; folic acid, 70 mg; pantothenic acid, 900 mg; vitamin K₃, 150 mg.

² Supplied per kg of diet: Fe, 4,000 mg; Cu, 350 mg; Zn, 5,500 mg; Mn, 5,000 mg; Co, 150 mg; I, 300 mg; Se, 65 mg.

tome blade를 이용하여 10 µm 두께로 박절하였다. 이후 소장 절편을 Fischer et al.(2008)의 방법에 따라 hematoxylin-eosin staining 처리한 다음 micrometer가 장착된 광학현미경에 올리고 용모를 관찰하면서 길이(µm)를 측정하였다.

6. 장내 미생물 측정

젓송이 추출물의 급여가 장내 미생물에 미치는 영향을 구명하기 위해 맹장 무게를 측정된 직후 맹장 내용물 1 g을 채

취하여 0.9%(w/v) NaCl 99 mL와 혼합하고, 0.1%(w/v) peptone 9 mL에 연속적으로 희석한 다음 총균 수, 젖산균 수, 대장균 수 및 살모넬라 수를 측정하였다. 총균 수는 tryptic soy agar(BD Difco, Sparks, MD, USA)에 접종하여 37°C에서 48시간 동안 배양하였으며, 젖산균 수의 경우 0.02% NaN₃를 첨가한 MRS agar(BD Difco)에 접종한 후 32°C에서 72시간 동안 배양하였다. 대장균 수의 경우 violet red bile agar(BD Difco)에 접종하여 37°C에서 48시간 동안 배양하였다. 살모넬라수는 selenite cystine broth(BD Difco) 배양액을 Salmonella Shigella agar(BD Difco)에 획선도말법으로 접종 및 배양한 후 최확수법으로 측정하였다. 최종 결과는 colony 수 및 희석배수를 이용하여 맹장 내용물 1g 당 log CFU로 산출하였다.

7. 통계분석

본 실험을 통해 얻은 결과는 SAS(1995) program의 one way-analysis of variance에 의해 분산분석을 실시하였으며, 처리구들의 평균들간에 유의성 차이는 Duncan's multiple range test를 이용하여 5% 수준에서 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 생산성에 미치는 영향

젓송이 추출물의 급여가 세미브로일러의 생산성에 미치는 영향에 대한 결과는 Table 2와 같다. 종료 체중과 증체량은 젓송이 ethanol 추출물 급여구 및 ethanol-hexane 추출물 급여구가 두 대조구(대조구(-) 및 대조구(+))에 비해 유의적으로 낮게 나타났다($P<0.05$). 이러한 결과는 식물성 essential oil을 브로일러에게 급여시 증체량이 감소했다는 Sun et al.(2015)의 보고와 동일하였다. 사료섭취량 역시 증체량과 동일하게 젓송이 추출물 급여구들이 유의적으로 가장 낮은 수치를 보였다($P<0.05$). 사료요구율은 젓송이 ethanol 추출물 급여구 및 ethanol-hexane 추출물 급여구가 대조구(-)보다 유의적으로 낮게 나타났다($P<0.05$). Kim et al.(2008)의 보고에 따르면, 젓송이 ethanol 추출물에는 diterpene류인 1-phenanthrenecarboxaldehyde 및 1-phenanthrenemethanol이 가장 많이 함유되어 있었으며, 일부 monoterpene류인 bicyclo [3.1.1]hept-3-en-2-one, sesquiterpene류인 1,4-methanoazulene, 1H-naphtho[2,1-b]pyran 및 caryophyllene oxide 등이 함유되어 있었다고 보고하였다. 또한, ethanol-hexane 추출물에는 sesquiterpene류인 1,4-methanoazulene, diterpene류인 1-phenanthrenecarboxaldehyde가 가장 많았고, 일부 monoterpene

Table 2. Effect of diet supplementation with pine cone extracts on growth performance of semi-broiler

Items	Treatment ¹			
	Control(-)	Control(+)	PCEE	PCEHE
Initial weight (g)	327.0±2.74	335.6±3.63	326.4±1.80	322.0±4.06
Final weight (g)	578.6±5.83 ^b	625.4±6.44 ^a	552.4±5.56 ^c	544.4±4.14 ^c
Weight gain (g)	251.6±4.62 ^b	289.8±6.97 ^a	226.0±5.61 ^c	222.4±6.35 ^c
Feed intake (g)	712.6±8.39 ^a	733.8±12.02 ^a	585.4±10.35 ^b	563.6±7.17 ^b
Feed conversion ratio	2.83±0.05 ^a	2.53±0.04 ^b	2.59±0.05 ^b	2.53±0.03 ^b

^{a-c} Means±standard deviation (n=5/group) in the same rows with different superscripts differ significantly ($P<0.05$).

¹ Control(-), no antibiotics and pine cone extracts; Control(+), 2% antibiotics (20 g/kg basal diet); PCEE, 2% pine cone ethanol extract (20 g PCEE/kg basal diet); PCEHE, 2% pine cone ethanol-hexane extract (20 g PCEHE/kg basal diet).

류인 2,4-cycloheptadien-1-one, camphor 등이 함유되어 있었다고 보고하였다. Terpene류가 다량 함유되어 있는 허브류와 식물성 essential oil의 급여가 브로일러의 생산성에 미치는 영향은 여러 선행연구들에서 보고된 바 있다(Windisch et al., 2008; Amad et al., 2011; Hong et al., 2012; Hashemipour et al., 2013). Hashemipour et al.(2013)은 thymol, carvacrol과 같은 허브류를 브로일러에게 급여했을 때, 사료섭취량이 감소했다고 보고하였으며, 이는 본 실험결과와 동일하였다. Windisch et al.(2008)도 허브류 첨가제의 급여가 사료섭취량의 감소와 함께 증체량을 감소시켰으며, 이로 인해 사료 요구율이 향상되었다고 동일하게 보고하였다. 또한, Amad et al.(2011)과 Hong et al.(2012)의 연구들에서는 식물성 essential oil을 브로일러에게 급여했을 때, 사료요구율이 향상되었다고 본 연구와 동일하게 보고된 바 있다. 한편, 본 실험결과에서 잣송이 추출물의 급여가 세미브로일러의 증체량과 사료섭취량을 감소시킨 반면에 사료요구율을 향상시킨 이유는 식물성 첨가제가 장내 소화작용 또는 사료 섭취 행동에 영향을 미쳤기 때문일 수 있다. 하지만 허브류

첨가제 및 식물성 essential oil의 급여가 소장 및 췌장의 chymotrypsin, trypsin, lipase, amylase 및 protease 활성에 영향을 미치지 않았다는 Hashemipour et al.(2013)과 Lee et al.(2003)의 보고들을 미루어 봤을 때, 사료 섭취 행동이 변화가 주원인일 것으로 사료된다. 닭의 경우, 미각과 후각이 단위 동물과 반추 동물에 비해 덜 발달되어 있으나(Perdok et al., 2003), 몇몇 선행연구들에서 terpene류의 첨가 급여가 닭의 사료 섭취를 저하시킨다고 보고되었다(Deyoe et al., 1962; Malayoğlu et al., 2010). 또한, Cross et al.(2003)의 연구에서는 식물성 essential oil의 급여 수준이 증가함에 따라 닭의 사료섭취량이 감소했다고 보고된 바 있다. 이렇게 허브류 또는 essential oil의 첨가 급여가 사료섭취량을 감소시키는 이유는 첨가물 자체의 자극적인 맛이 닭의 사료 섭취 행동에 영향을 미쳤기 때문이다(Brenes and Roura, 2010).

2. 소화기관 무게에 미치는 영향

잣송이 추출물의 급여가 세미브로일러의 소화기관 무게에 미치는 영향에 대한 결과는 Table 3과 같다. 근위 및 소

Table 3. Effect of diet supplementation with pine cone extracts on digestive organ weight of semi-broiler

Items	Treatment ¹			
	Control(-)	Control(+)	PCEE	PCEHE
Gizzard (g)	42.46±0.22 ^a	32.11±2.78 ^b	30.69±0.49 ^b	26.67±2.83 ^b
Cecum (g)	7.31±1.63	9.50±3.24	6.90±1.95	6.33±0.47
Small intestine (g)	59.62±2.72 ^a	46.20±4.17 ^b	40.69±4.68 ^b	29.00±1.41 ^b

^{a-b} Means±standard deviation (n=5/group) in the same rows with different superscripts differ significantly ($P<0.05$).

¹ Control(-), no antibiotics and pine cone extracts; Control(+), 2% antibiotics (20 g/kg basal diet); PCEE, 2% pine cone ethanol extract (20 g PCEE/kg basal diet); PCEHE, 2% pine cone ethanol-hexane extract (20 g PCEHE/kg basal diet).

장 무게는 잣송이 ethanol 추출물 급여구 및 ethanol-hexane 추출물 급여구가 대조구(-)보다 유의적으로 낮게 나타났으나($P<0.05$), 대조구(+)와는 큰 차이를 보이지 않았다. 맹장 무게의 경우, 처리구들간에 유의적인 차이를 보이지 않았다($P>0.05$). 본 실험결과에서 잣송이 추출물은 세미브로일러의 소화기관 무게에 항생제와 유사한 영향을 미친 것으로 나타났다. 일반적으로 항생제를 닭에게 급여하면 소장벽의 두께와 내장의 길이를 감소시킴으로써 소장의 무게를 감소시키며(Vissek, 1978), 잣송이 추출물도 항생제와 유사한 작용을 하여 세미브로일러의 소화기관 무게를 감소시킨 것으로 판단된다. 또한, 사양 기간이 증가함에 따라 브로일러의 소화기관 무게는 감소하며(Iji et al., 2001), 식물성 essential oil의 첨가 급여는 사양 기간 동안 브로일러의 근위 및 소장 무게를 무급여보다 빨리 감소시킨다(Hernández et al., 2004). 이러한 선행연구 결과들을 미루어 봤을 때, 잣송이 추출물 급여가 무급여보다 세미브로일러의 소화기관 무게를 빨리 감소시켰기 때문에 잣송이 추출물 급여구의 소화기관 무게가 대조구(-)보다 낮았던 것으로 사료된다.

3. 소장 및 용모 길이에 미치는 영향

잣송이 추출물의 급여가 세미브로일러의 소장 및 용모 길이에 미치는 영향에 대한 결과는 Table 4와 같다. 소장과 용모의 길이는 잣송이 ethanol 추출물 급여구 및 ethanolhexane 추출물 급여구와 대조구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다($P>0.05$). 일부 선행연구에서 식물성 essential oil을 닭에게 급여시 소장의 길이가 짧아졌다고 보고된 바 있다(Malayoğlu et al., 2010). 또한 가축이 건강할수록 용모의 길이가 길어지고(Qaisrani et al., 2014), 허브류의 급여는 용모 길이를 증가시키며(Michiels et al., 2010), 이로 인해 영양소 흡수율과 생산성이 증가된다고 보고되었다(Xu et al., 2003). 하지만 본 연구에서는 처리구들의 소장 및 용모 길이간에 유의적인 차이가 없었으나, 잣송이 ethanol 추출물 급여구에

서 표준편차가 다른 처리구들에 비해 적었던 것을 미루어 볼 때, 잣송이 추출물의 급여수준 또는 방법을 조절한다면 더 균일하고 우수한 효과를 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

4. 장내 미생물에 미치는 영향

잣송이 추출물의 급여가 세미브로일러의 장내 미생물에 미치는 영향에 대한 결과는 Table 5와 같다. 총균수 및 젖산균수는 잣송이 ethanol 추출물 급여구에서 대조구(-)보다 낮게 나타났지만($P<0.05$), ethanol-hexane 추출물 급여구에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 대장균군 수 및 살모넬라 수의 경우 처리구들간에 큰 차이를 보이지 않았다. Cross et al.(2007)은 식물성 essential oil의 급여가 장내 젖산균 수와 대장균군 수에 영향을 미치지 않았다고 보고하였으며, 이러한 결과는 본 연구와 일부 유사하였다. 또한, Hong et al.(2012)은 브로일러에게 식물성 essential oil을 급여시 총균 수, 젖산균 수, 대장균군 수 및 살모넬라 수에 영향을 미치지 않았다고 유사하게 보고하였다. *In vitro* 상에서 식물성 essential oil은 미생물의 세포막을 붕괴시키고, 세포 내부의 물질을 외부로 유출시킴으로써 항균 작용을 일으킨다고 보고되었다(Helander et al., 1998). 하지만 *in vivo* 상에서는 thymol, eugenol, curcumin, piperin과 같은 허브류와 식물성 essential oil의 급여가 장내 *Clostridium perfringens*을 감소시킨다고 선행연구들간에 공통적으로 보고된 바 있다(Mitsch et al., 2004; Kirkpinar et al., 2011). 따라서 이러한 선행연구 결과들을 미루어 봤을 때, 허브류와 식물성 essential oil의 급여에 의한 항균 효과는 미생물 종, 생장 환경 등에 따라 다르게 나타나고, 잣송이 추출물 역시 이와 동일한 현상을 보여 주는 것으로 판단된다.

적 요

본 연구는 잣송이 추출물의 급여가 세미브로일러의 생산

Table 4. Effect of diet supplementation with pine cone extracts on small intestinal length and villus height of semi-broiler

Items	Treatment ¹			
	Control(-)	Control(+)	PCEE	PCEHE
Small intestinal length (cm)	121.00±12.73*	120.75±15.91	119.50±3.54	95.75±16.62
Villus height (µm)	129.75±18.27	178.00±32.61	138.00±4.22	143.25±19.11

* Means±standard deviation (n=5/group).

¹ Control(-), no antibiotics and pine cone extracts; Control(+), 2% antibiotics (20 g/kg basal diet); PCEE, 2% pine cone ethanol extract (20 g PCEE/kg basal diet); PCEHE, 2% pine cone ethanol-hexane extract (20 g PCEHE/kg basal diet).

Table 5. Effect of diet supplementation with pine cone extracts on cecal microbiota of semi-broiler

Items	Treatment ¹			
	Control(-)	Control(+)	PCEE	PCEHE
Total bacteria (log CFU/g)	8.90±0.19 ^a	8.86±0.06 ^a	7.79±0.15 ^b	8.77±0.18 ^a
Lactic acid bacteria (log CFU/g)	8.11±0.28 ^a	7.49±0.14 ^b	7.39±0.21 ^b	8.08±0.05 ^a
Coliform bacteria (log CFU/g)	7.39±0.14	7.18±0.20	7.87±0.91	7.99±0.10
<i>Salmonella</i> spp. (log CFU/g)	2.69±0.41	3.09±0.30	3.61±0.61	2.45±1.20

^{a,b} Means±standard deviation (n=5/group) in the same rows with different superscripts differ significantly ($P<0.05$).

¹ Control(-), no antibiotics and pine cone extracts; Control(+), 2% antibiotics (20 g/kg basal diet); PCEE, 2% pine cone ethanol extract (20 g PCEE/kg basal diet); PCEHE, 2% pine cone ethanol-hexane extract (20 g PCEHE/kg basal diet).

성, 소화기관 특성 및 장내 미생물에 미치는 영향을 구명하고자 실시하였다. 2주령 세미브로일러 20수를 급여 사료에 따라 4처리구(n=5/처리구; 대조구(-)[항생제 및 잣송이 추출물 무급여구], 대조구(+)[2% 항생제 급여구: 20 g/kg 기초사료], 2% 잣송이 ethanol 추출물 급여구[20 g/kg 기초사료] 및 2% 잣송이 ethanol-hexane 추출물 급여구[20 g/kg 기초사료])로 나누어 16일간 공시하였다. 종료 체중, 증체량 및 사료섭취량은 잣송이 ethanol 및 ethanol-hexane 추출물 급여구가 가장 낮았으나($P<0.05$), 사료요구율은 잣송이 추출물 급여구들이 대조구(-)보다 낮았다($P<0.05$). 근위 및 소장 무게는 잣송이 추출물 급여구들이 대조구(-)보다 낮았다($P<0.05$). 소장 및 용모의 길이는 대조구와 잣송이 추출물 급여구들간에 큰 차이를 보이지 않았다. 장내 미생물 군총은 잣송이 추출물의 급여에 의해 개선되지 않았다. 따라서 잣송이 추출물의 급여는 세미브로일러의 사료요구율을 향상시켰으며, 소화기관의 무게에 영향을 미쳤다.

(색인어: 잣송이 추출물, 세미브로일러, 생산성, 소화기관, 미생물)

사 사

본 연구는 강원대학교 학술연구조성사업(과제번호: C100 9770-01-01)의 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

ORCID

Jae In Pak <https://orcid.org/0000-0003-3526-4244>
 Che-Bin Mun <https://orcid.org/0000-0002-3307-6293>
 Sun Moon Kang <https://orcid.org/0000-0003-3947-4337>

REFERENCES

- Alcicek A, Bozkurt M, Cabuk M 2004 The effect of a mixture of herbal essential oils, an organic acid or a probiotic on broiler performance. *South African J Anim Sci* 34(4): 217-222.
- Amad AA, Männer K, Wendler KR, Neumann K, Zentek J 2011 Effects of a phytogetic feed additive on growth performance and ileal nutrient digestibility in broiler chickens. *Poult Sci* 90(12):2811-2816.
- Baricevic D, Milevoj L, Borstnik JB 2001 Insecticidal effect of oregano *Origanum vulgare* L. spp. *hirtum*. *Int J Horticult Sci* 7(2):84-88.
- Betancourt L, Rodriguez F, Phandanouvong V, Ariza-Nieto C, Hume M, Nisbet D, Afanador-Téllez G, Van Kley AM, Nalian A 2014 Effect of *Origanum chemotypes* on broiler intestinal bacteria. *Poult Sci* 93(10):2526-2535.
- Brenes A, Roura E 2010 Essential oils in poultry nutrition: main effects and modes of action. *Anim Feed Sci Technol* 158(1-2):1-14.
- Cimanga K, Kambu K, Tona L, Apers S, De Bruyne T, Hermans N, Totte J, Pieters L, Vlietinck AJ 2002 Correlation between chemical composition and antibacterial activity of essential oils of some aromatic medicinal plants growing in the Democratic Republic of Congo. *J Ethnopharmacol* 79(2):213-220.
- Cross DE, McDevitt RM, Hillman K, Acamovic T 2003 The performance of chickens fed diets with and without thyme oil and enzymes. Pages 18-19 In: Spring Meeting of the

- WPSA UK Branch-Papers.
- Cross DE, McDevitt RM, Hillman K, Acamovic T 2007 The effect of herbs and their associated essential oils on performance, dietary digestibility and gut microflora in chickens from 7 to 28 days of age. *Brit Poult Sci* 48(4): 496-506.
- Deyoe CW, Davies RE, Krishnan R, Khaund R, Couch JR 1962 Studies on the taste preference of the chick. *Poult Sci* 41(3):781-784.
- Diaz-Sanchez S, D'Souza D, Biswas D, Hanning I 2015 Botanical alternatives to antibiotics for use in organic poultry production. *Poult Sci* 94(6):1419-1430.
- Fischer AH, Jacobson KA, Rose J, Zeller R 2008 Hematoxylin and eosin staining of tissue and cell sections. *Cold Spring Harb Protoc* doi:10.1101/pdb.prot4986
- Hashemipour H, Kermanshahi H, Golian A, Veldkamp T 2013 Effect of thymol and carvacrol feed supplementation on performance, antioxidant enzyme activities, fatty acid composition, digestive enzyme activities, and immune response in broiler chickens. *Poult Sci* 92(8):2059-2069.
- Helander IM, Alakomi HL, Latva-Kala K, Mattila-Sandholm T, Pol I, Smid EJ, Gorris LGM, Von Wright A 1998 Characterization of the action of selected essential oil components on gram-negative bacteria. *J Agr Food Chem* 46(9):3590-3595.
- Hernández F, Madrid J, Garcia V, Orengo J, Megias MD 2004 Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility, and digestive organ size. *Poult Sci* 83(2):169-174.
- Hong JC, Steiner T, Aufy A, Lien TF 2012 Effects of supplemental essential oil on growth performance, lipid metabolites and immunity, intestinal characteristics, microbiota and carcass traits in broilers. *Liv Sci* 144(3):253-262.
- Hong WT, Go GM, Lee JG, Jang HJ, Kwag JJ 2002 Volatile compounds of pine needle (*Pinus rigida* Miller) extract. *J Korea Soc Tobacco Sci* 24(1):53-59.
- Hwang HJ, Yu JS, Lee HY, Kwon DJ, Han W, Heo SI, Kim SY 2014 Evaluations on deodorization effect and anti-oral microbial activity of essential oil from *Pinus koraiensis*. *Korean J Plant Res* 27(1):1-10.
- Iji PA, Saki A, Tivey DR 2001 Body and intestinal growth of broiler chicks on a commercial starter diet. 1. Intestinal weight and mucosal development. *Brit Poult Sci* 42(4): 505-513.
- Jang KH, Surh J 2017 Physicochemical properties and antioxidant activities of high-sugar fermented *Pinus koraiensis* cone extract. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 46(1):140-145.
- Khattak F, Ronchi A, Castelli P, Sparks N 2014 Effects of natural blend of essential oil on growth performance, blood biochemistry, cecal morphology, and carcass quality of broiler chickens. *Poult Sci* 93(1):132-137.
- Kim CH, Lee SY, Pak JI 2008 The extraction of essential oil from by-product of pine nut cone and its antibacterial activity. *Ann Anim Res Sci* 19:63-70.
- Kim YK, Chung KN, Hirosh I, Shigeru M 1986 Volatile compounds of pine nut. *Korea J Food Sci Technol* 18(2): 105-109.
- Kirkpinar F, Ünlü HB, Özdemir G 2011 Effects of oregano and garlic essential oils on performance, carcass, organ and blood characteristics and intestinal microflora of broilers. *Liv Sci* 137(1/3):219-225.
- KNA 2017 *Pinus koraiensis*. Korea National Arboretum, Pocheon, Korea.
- Lee D, Lee M, Kim H, Jeong TR, Yang HP, Heo SH, Lee J 2016 Anti-obesity effect of pine cone (*Pinus koraiensis*) supercritical extract in high-fat diet-induced obese mice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45(12):1701-1707.
- Lee JH, Kim KS, Shin SO, Cho JH, Chen YJ, Kim IH 2007 Effects of dietary pine cone meal on egg production, egg quality, serum cholesterol and cholesterol content and fatty acid composition of egg yolk in laying hens. *Korean J Poult Sci* 34(3):223-229.
- Lee JH, Park KW, Shin SO, Cho JH, Yoo JS, Kim IH 2008 Effects of dietary pine cone meal on growth performance, serum cholesterol, carcass quality and fatty acid composition and cholesterol content of meat in broiler chickens. *Korean J Anim Sci Technol* 50(1):57-68.
- Lee KW, Everts H, Kappert HJ, Frehner M, Losa R, Beynen AC 2003 Effects of dietary essential oil components on growth performance, digestive enzymes and lipid metabolism in female broiler chickens. *Brit Poult Sci* 44(3):

- 450-457.
- Malayoğlu HB, Baysal Ş, Misirlioğlu Z, Polat M, Yılmaz H, Turan N 2010 Effects of oregano essential oil with or without feed enzymes on growth performance, digestive enzyme, nutrient digestibility, lipid metabolism and immune response of broilers fed on wheat-soybean meal diets. *Brit Poult Sci* 51(1):67-80.
- Michiels J, Missotten J, Van Hoorick A, Ovyn A, Fremaut D, De Smet S, Dierick N 2010 Effects of dose and formulation of carvacrol and thymol on bacteria and some functional traits of the gut in piglets after weaning. *Arch Anim Nutr* 64(2):136-154.
- Mitsch P, Zitterl-Eglseer K, Köhler B, Gabler C, Losa R, Zimpernik I 2004 The effect of two different blends of essential oil components on the proliferation of *Clostridium perfringenes* in the intestine of broiler chickens. *Poult Sci* 83(4):669-675.
- Qaisrani SN, Moquet PC, van Krimpen MM, Kwakkel RP, Verstegen MW, Hendriks WH 2014 Protein source and dietary structure influence growth performance gut morphology, and hindgut fermentation characteristics in broilers. *Poult Sci* 93(12):3053-3064.
- Perdok H, Langhout P, van Vugt P 2013 Stimulating appetite for AGP-free success. *Feed Mix* 11(1):10-13.
- Roofchae A, Irani M, Ebrahimzadeh MA, Akbari MR 2011 Effect of dietary oregano (*Origanum vulgare* L.) essential oil on growth performance, cecal microflora and serum antioxidant activity of broiler chickens. *African J Biotechnol* 10(32):6177-6183.
- SAS 1995 SAS/STAT user's Guide: Statistics. Statistical Analysis System Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Sun QJ, Liu D, Guo SS, Chen YX, Guo YM 2015 Effects of dietary essential oil and enzyme supplementation on growth performance and gut health of broilers challenged by *Clostridium perfringenes*. *Anim Feed Sci Technol* 207:234-244.
- Visek W 1978 The mode of growth promotion by antibiotics. *J Anim Sci* 46(3):1447-1469.
- Windisch W, Schedle K, Plitzner C, Kroismayr A 2008 Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry. *J Anim Sci* 86(14 Suppl):E140-E148.
- Wu QJ, Wang ZB, Wang GY, Li YX, Qi YX 2015 Effects of feed supplemented with fermented pine needles (*Pinus ponderos*) on growth performance and antioxidant status in broilers. *Poult Sci* 94(6):1138-1144.
- Xu ZR, Hu CH, Xia MS, Zhan XA, Wang MQ 2003 Effects of dietary fructooligosaccharides on digestive enzyme activities, intestinal microflora and morphology of male broilers. *Poult Sci* 82(6):1030-1036.

Received Nov. 22, 2019, Revised Dec. 23, 2019, Accepted Dec. 23, 2019