

## 야콘 부산물과 솔잎 분말을 사료에 첨가 급여한 육계의 생산성 및 닭 다리육의 품질에 미치는 영향

박 창 일, 김 영 직<sup>†</sup>  
대구대학교 동물자원학과

### Effects of Dietary Supplementation of Yacon(*Polymnia sonchifolia*) By-products and Pine Needle Powder on Growth Performance and Meat Quality of Chicken Thigh Meat

Chang-Ill Park, Young-Jik Kim<sup>†</sup>

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

**ABSTRACT** This study was investigated the effects of dietary supplementation of Yacon by-products and pine needle powder on growth performance, carcass characteristics, pH, TBARS (thiobarbituric acid reactive substance), WHC (water holding capacity), shear force, and meat color of chicken thigh meat. Broiler chicks were fed diets for five weeks containing 0% Yacon by-products and pine needle powder (Control), 0.5% Yacon by-products powder (T1), 1.0% Yacon by-products powder (T2), 0.5% pine needle powder (T3), and 1.0% pine needle powder (T4). There was no significant difference in growth performance among treatments, but mortality was decreased in diets by the supplementation of Yacon by-products and pine needle powder than that of control. The chicken fed control diet had higher cholesterol. LDL-cholesterol. triglyceride compared to those chicken fed Yacon by-products and pine needle powder regardless of concentrations, and HDL-cholesterol of control was lower than treatment. The pH and TBARS were significantly decreased by the supplementation of Yacon by-products and pine needle powder compared to the control ( $P<0.05$ ), especially, pine needle powder group was significantly more effective in improving freshness compared to other test groups ( $P<0.05$ ). The WHC and shear force were not significantly different. CIE L\* and a\* value of test groups showed significantly higher value compare to the control, however, no difference in the CIE b\* values was observed among test groups. In conclusion, a supplementation of Yacon by-products and pine needle powder were effective in decreasing pH, TBARS, total cholesterol and LDL-cholesterol and increasing HDL-cholesterol concentration. Pine needle powder supplementation was most effective (T3 and T4).

(Key words : cholesterol concentration, meat color, pine needle powder, TBARS, yacon by-products powder)

## 서 론

현대의 소비자들은 건강에 대한 관심이 증가되어 육류 소비 성향도 과거의 양적인 소비에서 질적인 소비 즉, 안전하고 위생적이며 품질이 우수한 고기를 선호하고 있다. 그러므로 인체에 무해하고 친환경적인 천연물을 이용한 기능성과 생리활성물질이 축적된 축산물의 생산 필요성이 요구되고 있다(Lee et al., 2000). 뿐만 아니라 현재 우리나라에서 사용되고 있는 사료의 94%가 수입되어, 배합사료 제조에 이용되고 있어 국제 곡물가격의 변동에 따라 사료가격에 영향을 미치고 있다. 따라서 국내 부존자원을 개발하여 적극 활

용하고, 축산물의 생산비를 절감하여 축산물의 경쟁력을 높여야 하는 상황에 직면하고 있다. 현재 몇몇 국내 부존자원의 이용 가능성이 보고되고 있다(손시환 등, 2008; 이상무, 등 2010).

야콘(*Polymnia sonchifolia*)은 국화과에 속하는 다년생 식물로서, 칠레의 중, 북부에서 페루, 에콰도르에 이르는 남아메리카 안데스산맥의 중부 고지대가 원산지로서 다년생 구근 작물이다(Grau and Rea, 1997). 야콘에는 inulin이 다량 함유되어 있어 당뇨의 예방뿐만 아니라, 치료에도 효과가 있으며, 폴리페놀이 함유되어 있어 콜레스테롤을 감소시키고, 동맥경화를 예방하는 식물로 알려져 있다(Asami et al., 1989;

<sup>†</sup> To whom correspondence should be addressed : rladudwlr1@yahoo.co.kr

Yan et al., 1999). 야콘에는 식물성 섬유소가 많으며, 미네랄 특히 칼륨을 많이 포함하고 있어서 체내 나트륨 양의 균형을 맞춰 혈압을 낮추는 효과를 나타내고, 칼슘, 마그네슘 등도 풍부해 골다공증 예방에도 효과가 있으며, 혈청 콜레스테롤 등을 감소시켜 체질 개선에 도움이 되는 것으로 보고되고 있다(Kim et al., 2010; Lee et al., 2002). 야콘에는 프락토올리고당이 다량 함유되어 있으며, 프락토올리고당은 위장관에서 흡수되지 않기 때문에 비만증, 동맥경화, 당뇨병 등에 효과적이며, 위산과 소화효소에 의해 분해되지 않고 대장에 도달하여 장내 비피더스균만이 선택적으로 이용되어 유해균을 억제하는 것으로 알려져 있다(Itaya et al., 2002).

야콘은 우리나라에 1985년 일본으로부터 도입되어 최근에는 재배 면적이 늘어나고 있는 실정이다. 야콘의 키는 1.5~3 m 정도로 야콘은 9~10월경에 수확하고 난 후에 생산되는 잎과 줄기는 많지만, 이들은 효율적으로 이용되지 못하고 거의 폐기되는 실정이다. 이처럼 폐기되는 잎과 줄기를 축산분야에서 유용하게 이용할 수 있는 방법을 찾는다면 폐자원의 재활용 측면에서 부가가치가 창출될 것으로 생각된다.

솔잎은 예로부터 민간요법으로 중풍, 신경통, 관절염, 동맥경화, 고혈압, 당뇨병과 같은 노화성 질환을 예방하는 효능(Moon et al., 1993)이 있으며, 체내 지방 축적을 억제하는 효과(Kim and Kim, 1999; Lee and Choi, 2000), 항산화 작용(Kim, 2011; 김수민 등, 2002), 아질산염 소거작용(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(Lee and Choi, 2000).

이와 같이 야콘과 솔잎의 기능성과 생리활성 물질이 보고되고 있으나, 야콘 부산물과 솔잎 분말을 이용한 사료적 가치 및 계육의 품질에 미치는 영향에 대한 비교, 연구는 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구는 육계 사료에 야콘 부산물과 솔잎 분말을 급여한 후, 육계의 생산성, 혈액학적 정상 및 생산된 계육의 pH, 지질 과산화도, 보수성, 전단력 및 육색을 비교 평가하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험동물

본 실험은 부화 1일령의 무감별 육계 병아리 200수를 공시하였고, 5처리, 4반복, 반복 당 10수씩 완전임의 배치하여 5주간 평사에서 사육하였다. 사육실내의 온도는 처음 1주간

은  $30 \pm 1^\circ\text{C}$ 로 한 뒤 매주  $2^\circ\text{C}$ 씩 감소시켜 시험 종료 마지막 주에는  $24 \pm 1^\circ\text{C}$ 가 유지되도록 하여 사육하였다. 사육기간 중 사료와 물은 자유로이 섭취하도록 하였고, 기초사료는 Y사에서 생산된 항생제가 첨가되지 않은 사료를 급여하였다(Table 1). 시험구는 무첨가구를 대조구(Control)로 하고, 야콘 부산물 분말 0.5% 급여구를 T1, 야콘 부산물 분말 1% 급여구를 T2, 솔잎 분말 0.5% 급여구를 T3, 그리고 솔잎 분말 1% 급여구를 T4로 하였다. 야콘 부산물 분말은 야콘 뿌리를 수확하고 난 후 수거하였으며, 수거한 야콘 잎과 줄기는 통풍건조기로 건조한 후 100 mesh 크기로 분쇄하여 시험사료로 이용하였다. 솔잎은 5월 중순경에 적송 소나무에서 채취하였으며, 채취한 시료는 통풍건조기로 건조한 후 100 mesh 크기로 분쇄하여 시험사료로 하였다. 시험사료는 첫 주에는 급여하지 않고, 2주째부터 실험 종료 시까지 급여한 후 무작위로 도제하였고, 육질 분석을 위한 시료는 도제 후 처리구 당 20수씩 선발하여 다리살을 분리하여 분석하였다.

**Table 1.** Composition of experimental diets (as fed basis, %)

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 : nicotimi acid, 44 mg : menadione, 1.1 mg : biotin, 0.11 mg : thiamine, 2.2 mg : ethoxyuin, 125mg.

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

## 2. 조사항목 및 방법

### 1) 체중, 사료섭취량, 사료 요구율 및 폐사율

야콘 부산물과 솔잎 분말 급여 시 체중과 실험 종료 시에 각 반복별로 병아리의 체중을 측정하였다. 사료섭취량은 전일 급여량에서 잔량을 빼고 매일 측정하였으며, 사료 요구율은 총 사료 섭취량을 총 증체량으로 나누어 계산하였다. 폐사율은 입추 시부터 출하 시까지 처리구별로 매일 조사하여 총 입추 수에 대하여 폐사수를 나누어 구하였다.

### 2) 계육의 일반성분

일반 성분 분석은 AOAC(1998)의 방법에 따라 분석하였다. 즉, 수분은 105~110°C 건조법, 조단백질은 Kjeldahl 법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조회분은 회화로를 이용한 회화법을 이용하였다.

### 3) 도체 특성

도체 특성은 시험 종료 시 반복별로 체중이 비슷한 개체 5수씩 도계하여 제1경추골 상단과 두개골 사이를 절단하여 머리를 제거하고, 경골과 경추골 사이의 관절 부위를 절단하여 다리를 제거하였으며, 내장을 모두 적출한 나머지를 도체중으로 하였고, 도체율은 생체 중에 대한 도체중의 백분율로 나타내었다. 적출된 내장 중 간과 비장의 무게를 측정하였고, 복강지방은 근위부위와 총배설강 주변, 복강 내부의 지방을 분리하여 정량하였다.

### 4) 혈액 생화학적 성상 분석

사양실험이 종료된 후 각 처리구당 5수씩 무작위로 선발하여 5 mL 주사기를 사용하여 익하정맥에서 혈액을 채혈한 다음 원심분리하여 혈청만 회수한 후 혈액생화학분석기(Hita-chi-917, Hitachi medical, Japan)로 분석하였다.

### 5) 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.

### 6) 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 혼든 후, 15시간 냉장소에 보관한 다음 530 nm에서 흡광도(Sequoia Tumer Co., USA)를 측정하였다.

### 7) 보수성(Water Holding Capacity, WHC)

세절육 10 g을 원심 분리관에 넣고 70°C water bath에서 30분간 가열하고 방냉한 후, 1,000 rpm에서 10분간 원심분리 후 분리된 육즙량을 측정하고, 총 수분량을 측정하였다.

### 8) 전단력

전단력은 다리살을 2×2×2 cm 두께로 절단하고, 75°C 항온 수조에서 가열 후 방냉하여 근섬유 방향과 평행하게 시료채취기로 취하여 Rheometer(CR-311, Sun Scientific Co, Japan)로 측정하였으며, 하중량 5 kg, 기준위치 40 mm, 작동속도 30 mm/min으로 하였다.

### 9) 육색

육색은 색차계(Color difference meter, Minolta CR-300, Japan)를 이용하여 Hunter 값(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.

## 3. 통계분석

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. 증체량, 사료섭취량, 사료 요구율 및 폐사율

야콘 부산물 분말과 솔잎 분말을 각각 0.5%와 1.0%를 첨가 급여 후 사육한 육계의 증체량, 사료섭취량, 사료 요구율 및 폐사율은 Table 2와 같다.

증체량, 사료 섭취량 및 사료 요구율 등의 육계 생산성은 처리구간에 유의적인 변화가 없었다. 그러나 폐사율의 경우, 대조구가 야콘 부산물과 솔잎 분말 급여구보다 높았고( $P<0.05$ ), 야콘 부산물과 솔잎 분말 급여구 간에는 유의적인 변화는 없으며, 야콘 부산물과 솔잎 분말의 급여량이 증가함에 따라서도 유의적인 차이는 없었다.

**Table 2.** Effect of dietary supplementation of Yacon (*Polymnia sonchifolia*) by-products and pine needle powder on chicken growth performance and mortality

Items	Treatments <sup>1)</sup>				
	Control	T1	T2	T3	T4
Initial body weight(g)	41.29 ± 0.34	41.23 ± 0.42	41.08 ± 0.13	40.88 ± 0.49	40.88 ± 0.65
Final body weight(g)	1,870.05 ± 17.59	1,868.26 ± 17.99	1,866.97 ± 20.65	1,871.30 ± 22.09	1,861.48 ± 25.18
Weight gain(g)	1,828.77 ± 17.93	1,827.00 ± 18.40	1,825.95 ± 20.83	1,830.43 ± 22.58	1,820.60 ± 25.78
Feed intake(g)	3,156.92 ± 33.68	3,134.05 ± 51.41	3,138.97 ± 46.50	3,133.98 ± 52.13	3,142.07 ± 49.50
Feed conversion	1.73 ± 0.04	1.72 ± 0.05	1.72 ± 0.05	1.71 ± 0.05	1.73 ± 0.06
Mortality(%)	2.63 ± 0.31 <sup>a</sup>	1.78 ± 0.04 <sup>b</sup>	1.66 ± 0.04 <sup>b</sup>	1.76 ± 0.04 <sup>b</sup>	1.67 ± 0.06 <sup>b</sup>

Data are means ± standard error.

<sup>a,b</sup> Means within row with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ).

<sup>1)</sup> Control : Basal diets. T1 : Yacon (*Polymnia sonchifolia*) by-products 0.5% added. T2 : Yacon (*Polymnia sonchifolia*) by-products 1% added. T3 : pine needle powder 0.5% added. T4 : pine needle powder 1% added.

국내 부존 자원인 천연 생리 활성 식물성 소재를 활용한 실험에서 증체량, 사료 섭취량 및 사료 요구율 등의 생산성은 천연식물을 급여함에 따라 차이를 보이지 않는다는 보고와 유사하였으며(손시환 등 2008; Kim, 2013), Jeon et al. (2005)은 솔잎 급여량 차이에 의한 체중 변화 실험에서 솔잎 0.5% 급여는 대조구와 체중의 차이가 없었고, 2% 이상 급여하면 체중이 감소한다는 보고를 한 바 있다.

한편, 폐사율에 관한 실험으로 엄나무 잎(이상무 등, 2010), 야콘 부산물(Kim, 2013)과 솔잎 분말(Kim, 2011)을 육계에 급여한 실험에서 폐사율이 유의적으로 감소하고 생존율이 높다는 보고와 본 실험의 결과는 유사하였다. 이처럼 식물성 소재를 육계에 급여하면 이들에 함유된 생리적 기능성 물질이 육계의 면역력이 증가되어 나타난 결과라 사료된다. 본 실험은 육계의 생산성에는 영향을 미치지 않았으며, 야콘 부산물과 솔잎 분말 급여는 폐사율이 낮아지는 결과를 보였다.

## 2. 일반성분

**Table 3.** Effect of dietary supplementation of Yacon (*Polymnia sonchifolia*) by-products and pine needle powder on the proximate composition (%) of chicken thigh meat

Items	Treatments <sup>1)</sup>				
	Control	T1	T2	T3	T4
Moisture	73.33 ± 0.28	73.47 ± 0.26	73.83 ± 0.07	73.54 ± 0.33	73.73 ± 0.09
Crude protein	22.55 ± 0.07	22.56 ± 0.13	22.50 ± 0.02	22.58 ± 0.12	23.62 ± 0.11
Crude fat	3.06 ± 0.53	2.88 ± 0.41	2.58 ± 0.07	2.78 ± 0.44	2.64 ± 0.05
Crude ash	1.07 ± 0.02	1.10 ± 0.02	1.09 ± 0.02	1.09 ± 0.02	1.09 ± 0.04

Data are means ± standard error.

<sup>1)</sup> Control : Basal diets. T1 : Yacon (*Polymnia sonchifolia*) by-products 0.5% added. T2 : Yacon (*Polymnia sonchifolia*) by-products 1% added. T3 : pine needle powder 0.5% added. T4 : pine needle powder 1% added.

야콘 부산물과 솔잎 분말을 각각 0.5%와 1.0%을 급여한 육계 다리 근육의 일반 조성분은 Table 3과 같다.

수분 함량은 73.33~73.88%, 조단백질 함량은 22.50~23.62%, 조회분 함량은 1.07~1.10%이었으며, 조지방 함량은 2.64~3.06%로 야콘 부산물과 솔잎 분말의 급여구에서 낮아지는 경향이나 유의성은 없었다.

## 3. 도체 특성

야콘 부산물과 솔잎 분말을 각각 0.5%와 1.0%을 급여하면서 사육한 육계의 도체중, 도체율, 간, 비장 및 복강지방 무게는 Table 4와 같다.

도체중과 도체율 및 비장 무게는 모든 처리구에서 처리구 간에는 유의적인 변화는 없었다.

육계사료에 식물성 사료를 급여하였을 때 비장, 맹장, 가슴근육, 간, 비장 및 흉선의 무게는 대조구와 차이가 없었다고 보고하였다(손시환 등, 2008; Kim, 2011).

한편, 간의 무게는 대조구와 야콘 부산물 급여구보다 솔잎 분말 급여구에서 가벼워졌으며, 솔잎분말 급여구에서도

**Table 4.** Effect of dietary supplementation of Yacon (*Polymnia sonchifolia*) by-products and pine needle powder on carcass characteristics of broiler chickens

Items	Treatments <sup>1)</sup>				
	Control	T1	T2	T3	T4
Carcass weight(g)	1,343.40 ± 9.49	1,349.42 ± 19.95	1,341.98 ± 11.71	1,348.87 ± 28.38	1,342.67 ± 12.00
Carcass ratio(%)	71.40 ± 0.16	71.36 ± 0.09	71.55 ± 0.39	71.64 ± 0.19	71.32 ± 0.16
Liver weight(g)	50.82 ± 1.05 <sup>a</sup>	49.65 ± 0.72 <sup>a</sup>	49.98 ± 0.26 <sup>a</sup>	46.67 ± 0.59 <sup>b</sup>	44.79 ± 0.58 <sup>c</sup>
Spleen weight(g)	2.24 ± 0.07	2.07 ± 0.18	2.23 ± 0.28	2.03 ± 0.31	1.95 ± 0.14
Abdominal fat(g)	33.42 ± 0.66 <sup>a</sup>	32.18 ± 0.89 <sup>ab</sup>	31.40 ± 0.98 <sup>b</sup>	29.19 ± 1.03 <sup>c</sup>	28.53 ± 0.89 <sup>c</sup>

Data are means ± standard error.

<sup>a-e</sup> Means within row with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ).

<sup>1)</sup> Control : Basal diets. T1 : Yacon (*Polymnia sonchifolia*) by-products 0.5% added. T2 : Yacon (*Polymnia sonchifolia*) by-products 1% added. T3 : pine needle powder 0.5% added. T4 : pine needle powder 1% added.

급여량이 증가함에 따라 다소 감소되는 결과를 나타내어 솔잎분말의 급여는 간 기능 개선에 유리한 결과라 생각된다. 그리고 복강지방은 함량은 대조구와 T1은 서로 비슷한 함량을 나타내었지만, T2, T3 및 T4보다는 무거웠다. 이와 같은 결과는 야콘 부산물과 솔잎 분말에 함유되어 있는 식이섬유가 지방의 흡수를 저해하거나, 지방 흡수를 억제 또는 에너지 수준이 감소되어 복강지방의 함량이 낮아지는 결과라 사료된다(Kim and Kim 1999; Lee and Choi, 2000). Jeon et al.(2005)은 솔잎 추출물의 급여 후 복부지방 감소 효과를 측정 한 결과, 0.5% 급여구는 대조구보다 감소하는 경향이나 유의성은 없었고, 0.5% 이상의 급여는 농도 의존적으로 유의하게 감소한다는 보고와 본 실험은 유사하였다.

#### 4. 혈액 생화학적 성상 분석

야콘 부산물 분말과 솔잎 분말을 각각 0.5%와 1.0%을 급여 하면서 사육한 육계의 혈액 콜레스테롤과 triglyceride 및 glucose 함량 등의 혈액 생화학적 성상 분석은 Table 5와 같다.

총콜레스테롤 함량은 대조구보다 야콘 부산물과 솔잎 분말 급여구에서 유의적으로 감소하였다( $P < 0.05$ ). 야콘 부산물 급여구보다 솔잎 분말 급여구에서 다소 감소하는 결과이었다. HDL-cholesterol은 대조구와 T1보다 T2, T3 및 T4에서 HDL-cholesterol 함량이 유의하게 증가하였으며( $P < 0.05$ ), LDL-cholesterol은 대조구에 비해 야콘 부산물 분말과 솔잎 분말을 급여함에 따라 낮아지는 결과이었다. 그리고 triglyceride 함량은 대조구와 T1은 차이가 없었고, 처리구에서 약간 감소하는 결과를 보이고 있다. Glucose 함량은 야콘 부산물과 솔잎 분말의 급여에 의한 유의적인 변화는 확인되지 않았다.

식물조직이 갖고 있는 flavonoid 성분은 지질대사에 관여하며, 특히 콜레스테롤의 저하 효과가 있으며, 고콜레스테롤을 급여한 흰쥐에서 콜레스테롤 섭취량이 많으면 콜레스테롤 함량이 높아지지만 솔잎 분말을 급여함에 따라 감소된다고 하였다(Lee, 2003). 야콘 부산물과 솔잎 분말은 총콜레스테롤, LDL-cholesterol, 중성지방은 감소되고, HDL-cholesterol

**Table 5.** Effect of dietary supplementation of Yacon (*Polymnia sonchifolia*) by-products and pine needle powder on the blood characteristics (mg/dL) of broiler chicken

Items	Treatments <sup>1)</sup>				
	Control	T1	T2	T3	T4
Total-cholesterol	168.27 ± 8.03 <sup>a</sup>	161.72 ± 9.25 <sup>ab</sup>	153.61 ± 2.63 <sup>bc</sup>	155.30 ± 5.12 <sup>b</sup>	145.72 ± 5.08 <sup>c</sup>
HDL-cholesterol	109.59 ± 4.13 <sup>b</sup>	109.23 ± 5.99 <sup>b</sup>	126.93 ± 1.09 <sup>a</sup>	127.57 ± 1.90 <sup>a</sup>	128.74 ± 0.62 <sup>a</sup>
LDL-cholesterol	39.02 ± 3.34 <sup>a</sup>	33.51 ± 2.65 <sup>b</sup>	32.45 ± 1.19 <sup>b</sup>	31.74 ± 1.47 <sup>b</sup>	31.52 ± 0.60 <sup>b</sup>
Triglyceride	119.95 ± 6.74 <sup>a</sup>	118.85 ± 2.64 <sup>a</sup>	114.44 ± 2.53 <sup>ab</sup>	114.19 ± 3.08 <sup>ab</sup>	109.47 ± 1.79 <sup>b</sup>
Glucose	221.20 ± 5.52	226.77 ± 6.62	230.52 ± 7.44	230.12 ± 5.35	226.91 ± 7.44

Data are means ± standard error.

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

<sup>1)</sup> Control : Basal diets. T1 : Yacon (*Polymnia sonchifolia*) by-products 0.5% added. T2 : Yacon(*Polymnia sonchifolia*) by-products 1% added. T3 : pine needle powder 0.5% added. T4 : pine needle powder 1% added.

을 증가되어 지질대사 개선에 효과적이라 보고하였다(Kim et al., 2010; Lee et al., 2002).

Lee et al.(2008)은 솔잎 분말 급여구에서 대조구보다 혈액중의 총콜레스테롤 함량이 낮아지고, 중성지질 함량은 솔잎 급여에 의한 차이는 없었다는 보고와 본 실험의 결과는 유사하였다. 야콘 부산물보다 솔잎 분말 급여구에서 다소 높은 결과는 솔잎 추출물의 주성분인 catechin 및 leucoanthocyan 등과 같은 phenolic compounds 성분이 지방 축적 억제작용을 하는 것으로 판단된다(Kang et al., 1996).

본 실험 결과, 야콘 부산물과 솔잎 분말이 첨가된 사료를 급여함에 따라 육계에 있어서 혈중 콜레스테롤 함량 중에 총콜레스테롤과 LDL-cholesterol 및 triglyceride는 감소하고, HDL-cholesterol은 증가하였으며, 야콘 부산물보다 솔잎 분말 급여구에서 우수하였다. 이와 같은 결과는 식물체에 존재하는 페놀화합물, terpenoid 및 식이섬유 등의 성분이 지방 및 cholesterol의 생합성 저해, 지질과 산화 억제를 통한 체내 이용성 증진, 소장 내 micelle 형성 및 저해를 통한 지방흡수억제 및 지방 배설량 증가, 담즙산의 재흡수 억제 작용을 하여 체내 지질대사에 영향을 미치는 것으로 생각된다(Muramatsu et al., 1886; Ikeda, 2008). 본 실험 결과, 야콘 부산물과 솔잎 분말이 체내 콜레스테롤 대사에 긍정적인 영향을 미침으로 콜레스테롤 대사 개선에 도움이 되리라 기대된다.

## 5. pH, TBARS, WHC 및 전단력

야콘 부산물 분말과 솔잎 분말을 각각 0.5%와 1.0%을 급여하면서 사육한 계육의 pH, TBARS, WHC 및 전단력은 Table 6과 같다.

pH는 대조구보다 야콘 부산물과 솔잎 분말의 급여구에서 감소하는 경향이며, 특히 솔잎 분말 1% 급여구에서 유의적으로 감소하였다( $P<0.05$ ).

식육은 pH의 변화에 따라 신선도, 보수력, 육색 및 조직감 등의 품질 변화에 영향을 미치고(Miller et al., 1986), 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; Farag et al., 1990; Hsieh and Yen, 2000). 야콘에는 여러 종류의 phenol성 항산화 물질 등이 많이 함유하고 있는 것으로 알려져 있다(Lee et al., 2000; Porzel et al., 1992).

지방의 산패 정도를 측정하는 TBARS는 대조구보다 야콘 부산물과 솔잎 분말 급여구에서 낮았으며( $P<0.05$ ), 야콘 부산물과 솔잎 분말의 급여는 지방의 산화를 억제하고, 야콘 부산물보다 솔잎 분말 급여구인 T3와 T4에서 유의하게 낮았다. 식물체에는 다양한 형태의 항산화 물질을 함유하고 있으며(Masuda et al., 1993), 그 중에서 페놀성 물질은 항산화 활성을 가진 대표적인 물질로 보고되고 있다. 야콘과 솔잎에는 polyphenols 물질과 flavonoid 함량이 다량 함유되어 있으며(Lee and Choi, 2000; Porzel et al., 1992), 이들 성분이 항산화 작용을 한 것으로 사료된다.

특히, 솔잎의 항산화 유효성분은  $\alpha$ -pinene,  $\beta$ -pinene, camphene 등의 정유성분과 quercetin, kaempferol, rutin 등의 플라보노이드류 및 pinnitol 등이 있으며, 이중 rutin은 항산화 효과를 갖고 있을 뿐만 아니라(Lee et al., 2005), 솔잎이 가지고 있는 강한 iron binding 능력 때문에 항산화 능력이 우수한 것으로 생각된다(Kim and Kim, 1998).

보수성과 전단력은 야콘 부산물 분말 급여에 의한 처리구간의 유의성은 없었다.

## 6. 육색

야콘 부산물 분말과 솔잎 분말을 각각 0.5%와 1.0%을 급여하면서 사육한 후 도계한 계육의 육색은 Table 7과 같다.

**Table 6.** Effect of dietary supplementation of Yacon (*Polymnia sonchifolia*) by-products and pine needle powder on the pH, TBARS, WHC, and shear force of chicken meat

Items	Treatments <sup>1)</sup>				
	Control	T1	T2	T3	T4
pH	6.19 ± 0.07 <sup>a</sup>	6.14 ± 0.07 <sup>ab</sup>	6.10 ± 0.05 <sup>ab</sup>	6.11 ± 0.03 <sup>ab</sup>	6.08 ± 0.03 <sup>b</sup>
TBARS (mg MA/kg)	0.48 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.45 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.42 ± 0.02 <sup>c</sup>	0.42 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.39 ± 0.02 <sup>d</sup>
WHC (%)	56.46 ± 1.22	57.54 ± 1.33	57.27 ± 1.35	56.34 ± 1.35	56.21 ± 1.85
Shear force (kg/cm <sup>2</sup> )	3.71 ± 0.08	3.68 ± 0.08	3.74 ± 0.05	3.72 ± 0.16	3.83 ± 0.06

Data are means ± standard error.

<sup>a~d</sup> Means within row with different superscripts are significantly different ( $P<0.05$ ).

<sup>1)</sup> Control : Basal diets. T1 : Yacon (*Polymnia sonchifolia*) by-products 0.5% added. T2 : Yacon (*Polymnia sonchifolia*) by-products 1% added. T3 : pine needle powder 0.5% added. T4 : pine needle powder 1% added.

**Table 7.** Effect of dietary supplementation of Yacon (*Polymnia sonchifolia*) by-products and pine needle powder on the meat color of chicken thigh meat

Items	Treatments <sup>1)</sup>				
	Control	T1	T2	T3	T4
CIE L*	58.01 ± 0.33 <sup>a</sup>	58.31 ± 0.19 <sup>a</sup>	55.50 ± 1.18 <sup>b</sup>	55.78 ± 1.17 <sup>b</sup>	54.03 ± 0.26 <sup>b</sup>
CIE a*	10.76 ± 0.52 <sup>c</sup>	11.93 ± 0.04 <sup>b</sup>	12.80 ± 0.44 <sup>a</sup>	13.14 ± 0.62 <sup>a</sup>	13.19 ± 0.33 <sup>a</sup>
CIE b*	8.24 ± 0.22	8.10 ± 0.86	8.55 ± 0.14	8.42 ± 0.30	8.60 ± 0.36

Data are means ± standard error.

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

<sup>1)</sup> Control : Basal diets. T1 : Yacon (*Polymnia sonchifolia*) by-products 0.5% added. T2 : Yacon (*Polymnia sonchifolia*) by-products 1% added. T3 : pine needle powder 0.5% added. T4 : pine needle powder 1% added.

CIE L\*: Lightness. CIE a\*: redness. CIE b\*: yellowness

CIE L\*값은 대조구와 T1보다 T2, T3 및 T4에서 유의하게 증가하였으며, 야콘 부산물 분말 급여구보다 솔잎 분말 급여구에서 다소 낮아졌다( $P < 0.05$ ). CIE a\*값은 CIE L\*값과는 반대로 대조구보다 야콘 부산물과 솔잎 분말 급여구에서 높은 결과를 보이고 있으며, 야콘 부산물과 솔잎 분말 급여는 적색도를 높이는 결과이었다( $P < 0.05$ ). CIE b\*값은 야콘 부산물과 솔잎 분말 급여에 의한 처리구간 유의적인 변화는 확인되지 않았다.

본 실험 결과, 야콘 부산물과 솔잎 분말을 닭에 급여하면 myoglobin 내의 ferrous ion이 ferric ion으로 산화되어 식육이 갈색으로 변색되는 것을 억제시키는 결과를 나타내어, 야콘 부산물과 솔잎 부산물에 함유된 항산화 성분이 지방의 산화억제 뿐만 아니라, metmyoglobin(MetMb) 형성 억제에도 영향을 미치는 결과이었다(Choi et al., 2004; Kim et al., 2007). Oxymyoglobin이 MetMb로 전환되는 이유는 지방산화와 직접적으로 관련이 있으며, 항산화 상태에 의존적이고(Yin et al., 1993), 지방산화가 일어나는 동안에 생성되는 free radical이 헴색소를 산화시키며(Faustman and Cassens, 1990), 고기에 항산화 물질을 첨가하면 MetMb 형성이 억제된 결과로 생각된다(Greene et al., 1971).

## 적 요

본 시험은 육계에 야콘 부산물과 솔잎 분말을 각각 0.5%와 1.0%를 급여하여 사육한 육계의 생산성과 다리 육의 도체 특성, pH, TBARS, WHC, 전단력 및 육색을 조사하였다. 시험구는 야콘 부산물과 솔잎 분말을 급여하지 않은 처리구를 대조구, 야콘 부산물 분말 0.5% 급여구는 T1, 야콘 부산물 분말 1.0% 급여구는 T2, 솔잎 분말 0.5% 급여구를 T3 그리고 솔잎 분말 1.0% 급여구를 T4로 나누어 사양하였다. 야

콘 부산물과 솔잎 분말을 급여한 육계의 증체량, 사료섭취량 및 사료 요구율 등의 생산성의 유의적인 변화는 관찰되지 않았고, 폐사율은 유의하게 감소하였다. 혈액 생화학 성분 분석 결과, 야콘 부산물과 솔잎 분말의 첨가 급여는 총콜레스테롤과 LDL-cholesterol 및 triglyceride는 감소하고, HDL-cholesterol은 증가하였으며, 이러한 경향은 야콘 부산물보다 솔잎 분말 급여구에서 명확히 나타났다. 계육의 pH, TBARS는 야콘 부산물과 솔잎 분말을 급여함에 따라 낮아지는 결과( $P < 0.05$ )를 보임으로 야콘 부산물과 솔잎 분말의 급여는 계육의 저장성 향상에 도움이 될 것으로 기대된다. 보수성과 전단력은 처리구간 유의성이 없었다. 계육의 육색은 대조구보다 야콘 부산물과 솔잎 분말 급여구에서 CIE L\*값은 낮아지고, CIE a\*값은 높아져 육색이 어두워지는 결과이었다( $P < 0.05$ ), CIE b\*값은 야콘 부산물과 솔잎 분말의 급여에 의한 처리구간의 유의적인 변화는 없었다. 결론적으로 야콘 부산물과 솔잎 분말을 육계에 급여하면 pH와 TBARS가 낮아지고, 총콜레스테롤과 LDL-cholesterol 및 triglyceride는 감소하며, HDL-cholesterol이 증가되어 계육의 저장성이 향상되고, 콜레스테롤대사가 개선될 것으로 기대된다. 이러한 경향은 야콘 부산물보다 솔잎 분말 급여구에서 우수한 경향을 보이고 있다.

(색인어 : 솔잎, 야콘 부산물, 육색, 콜레스테롤 함량, TBARS)

## 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.
- AOAC 1998 Official Methods of Analysis 16th ed. Association

- of Official Analytical Chemists. Washington DC. USA.
- Asami TM, Minamisawa T, Tsukiashi T 1989 Chemical composition of yacon, a new root crop from Andean highland. *Japan J Soil Sci Plant Nutr* 60(2):122-126.
- Choi JW, Huh K, Kim SH, Lee KT, Lee HK, Park HJ 2004 Kalopanaxsaponin A from *Kalopanax Pictus*, a potent antioxidant in the rheumatoid rat treated with Freund's complete adjuvant reagent. *Journal of Ethnopharmacology* 79: 113-118.
- Choi OJ 1991 Yeuakcho Seungbun. Iyon Ilwululgak. Seoul. pp. 114-116.
- 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.
- Farag RS, Ali MN, Taka HS 1990 Use of some essential oils as natural preservatives for butter. *JAOCS* 68:188.
- Faustman C, Cassens RG 1990 The biochemical basis for discoloration in meat: a review. *J Muscle Foods* 1:1217-1221.
- Grau A, Rea H 1997 Yacon, *Smallanthus sonchifolius*(Poepp. and Endl.) H. Robinson. In : Hermann M, Heller J(eds) *Andean Roots and Tubers : Ahipa, Arracacha, Maca and Yacon*. International Plant Genetic Resources Institute, pp. 199-242.
- Greene BE, Hsin I, Zipser MW 1971 Retardation of oxidative color changes in raw ground beef. *J Food Sci* 36:940-942.
- Hsieh C, Yen G. C 2000 Antioxidant actions of du-zhong(*eucommia ulmoides oliv*) toward oxidative damage in biomolecules. *Life Sci* 66:1387-1400.
- Ikeda I 2008 Multifunctional effects of green tea catechins on prevention of the metabolic syndrome. *Asia Pac J Clim Nutr* 17:273-274.
- Itaya NM, De Carvalho MAM, Figueiredo-Ribeiro RDL 2002 Fructosyl transferase and hydrolase activities in rhizophores and tuberous roots upon growth of *Polymnia sonchifolia* (Asteraceae). *Physiol Plant* 116:451-459.
- Jeon JR, Kim JY, Lee KM, Cho DH 2005 Anti-obese effects of mixture contained pine needle, black tea and green tea extracts. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 48:375-381.
- Kang YH, Ha TY, Moon KD 1996 Effects of pine needle extracts on serum and liver lipid contents in rats fed high fat diet. *J Korean Soc Food Nutr* 25:367-373.
- Kim EJ, Kim SM 1998 Bread properties utilizing extracts of pine needle according to preparation method. *Korean J Food Sci Technol* 30:542-549.
- 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 AR, Lee JJ, Jung HO, Lee MY 2010 Physicochemical composition and antioxidative effects of yacon(*Polymnia sonchifolia*). *J Life Sci* 20:40-48.
- Kim YJ 2011 Effects of dietary supplementation of pine needle powder on carcass characteristics and blood cholesterol contents of broiler chicken. *Korean J Poult Sci* 38:51-57.
- Kim SH, Park YK, Jang YS, Han JG, Chung HG 2007 Oxidative stress in the cell and antioxidant activity of *Kalopanax pictus* extracts. *Mokchae Konghak* 35(6):126-134.
- Kim YJ 2013 Effects of dietary supplementation of Yacon (*Polymnia sonchifolia*) by-products on performance and physicochemical properties of chicken thigh meat. *Korean J Poult Sci* 40:1-9.
- Lee E 2003 Effects of powdered pine needle on serum and liver lipid composition and antioxidative capacity in rats fed high oxidized fat. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 926-930.
- Lee E, Choi MY 2000 Effects of pine needle on lipid composition and TBARS in rat fed high cholesterol. *Korean J Food Sci Technol* 32:1186-1190.
- Lee FZ, Lee JC, Yang HC, Jung DS, Eun JB 2002 Chemical composition of dried leaves and stems and cured tubers of yacon(*Polymnia sonchifolia*). *Korean J Food Preserv* 9:61-66.
- Lee HJ, Choi CB, Choi HT, Kim SH, Ham YA, Lee DS, Ham SS 2005 Quality characteristics of the vaporized liquid of water-boiled pine needle. *Korean J Food Preserv* 12:107-111.
- Lee SJ, Kang MJ, Lee HV, Seo JK, Sung NJ, Shin JH 2008 Effect of feeding by-products of *Pleurotus eryngii* in pig on pork quality. *Korean J Life Sci* 18:1521-1531.
- Lee CH, Choi MS, Kwon KW 2000 Variation of kalopanaxin contents in plant parts and population of native *Kalopanax semtemlobus*. *Korean J Pham* 31:203-208.
- Masuda T, Jitoe J, Nakatani N, Yonemor 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.
- Muramatsu K, Fiulcuycio M, Aara Ya 1986 Effect of green tea catechins on plasma cholesterol level in cholesterol fed rats. *J Nutr Sci Vitamine* 32:613-622.
- Porzel AT, Schmid, SJ, Lischewski M, Adam G 1992 Studies on the chemical constituents of *Kalopanax septemlobus*. *Plant Med* 58:481-482.
- SAS 2002 SAS/STAT User's Guide: Version 8.2. SAS Institute, Inc., Cary, North Carolina.
- 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.
- Yan XJ, Suzuki M, Ohnishi-Kameyama M, Sada Y, Nakanishi T 1999 Extraction and identification of antioxidants in the roots of yacon(*Smallanthus sonchifolius*). *J Agric Food Chem* 47:4711-4713.
- Yin MC, Faustman C, Riesen JW, Williams SN 1993  $\alpha$ -Tocopherol and ascorbate delay oxymyoglobin and phospholipid oxidation *in vitro*. *J Food Sci* 58:1273-1276.
- 김수민 조영석 성삼경 이일구 이신호 김대곤 2002 솔잎 및 녹차추출물의 항산화성 및 아질산염 소거작용. *한국축산식품학회지* 22:13-19.
- 손시환 장인석 문양수 김영수 이수희 고영현 강선영 강혜경 2008 가시오갈피와 두충의 첨가 급여가 브로일러의 생산능력, 혈장 생화학 지표 및 텔로미어 함량에 미치는 영향. *한국가금학회지* 35:283-290.
- 이상무 황주환 김영직 2010 사료 내 엽나무 첨가 급여가 육계의 생산성 및 계육의 지방산 조성에 미치는 영향. *한국축산식품학회지* 30:305-312.
- 홍근택 이용림 임무현 정낙현 2004 솔잎발효추출물의 효소적 저해활성 및 아질산염 소거작용. *한국식품저장유통학회지* 11:94-99.
- (접수: 2013. 8. 6, 수정: 2013. 9. 2, 채택: 2013. 9. 3)