

사료에 야콘 부산물을 첨가 급여한 육계의 생산성 및 닭다리육의 이화학적 특성에 미치는 영향

김 영 직[†]

대구대학교 동물자원학과

Effects of Dietary Supplementation of Yacon (*Polymnia sonchifolia*) by-products on Performance and Physico-chemical Properties of Chicken Thigh Meat

Young-Jik Kim[†]

[†] Department of Animal Resource, Daegu University, Kyongsan 712-714, Korea

ABSTRACT This study was investigated the effects of dietary supplementation of Yacon by-product powder on performance, pH, total phenol contents, DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical scavenging activity, TBARS, WHC, shear force, meat color, and sensory evaluation of chicken thigh meat. Broiler chicks were fed diets for five weeks containing 0% Yacon by-products powder (Control), 0.5% Yacon by-products powder (T1), 1.0% Yacon by-products powder (T2), and 2.0% Yacon by-products powder (T3). There was no significant difference in performance among treatments, but mortality was decreased in diets by the supplementation of Yacon by-product powder than that of control. The total cholesterol, LDL-cholesterol and triglyceride of control were higher than treatment groups and HDL-cholesterol and glucose of control was lower than treatment. The pH and TBARS were significantly decreased by the supplementation of Yacon by-product powder compared to the control ($P<0.05$). The total phenol contents and DPPH radical scavenging activity were significantly increased by the supplementation of Yacon by-product powder compared to those of the control group ($P<0.05$), and especially, T3 was significantly ($P<0.05$) more effective in improving freshness compared to other treatment groups. The WHC (water holding capacity) and shear force were not significantly different. CIE L* and a* value of treatment groups showed significantly higher value compare to the control, however, no difference in the CIE b* values was observed among treatment groups. In conclusion, a supplementation of Yacon by-product powder was effective in decreasing pH and TBARS (thiobarbituric acid reactive substance), and increasing total phenol contents and DPPH radical scavenging activity.

(Key words : Yacon by-products powder, total phenol contents, DPPH radical scavenging activity, TBARS, meat color)

서 론

국민소득의 향상으로 건강에 대한 일반 소비자들의 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 대두되고 있다(Park et al., 1992). 뿐만 아니라 현재 우리나라에서 사용되는 사료는 94%가 수입되어 배합 사료의 제조에 이용되고 있어 국제 곡물가격의 변동에 따라

사료가격의 등락에 영향을 미치고 있다. 따라서 국내 부존 자원을 개발하고 적극 활용하여 축산물의 생산비를 절감하여 축산물의 경쟁력을 높여야 하는 상황에 직면하고 있다. 현재 몇몇 국내 부존자원의 이용 가능성이 보고되고 있다(강선영 등, 2010; 손시환 등, 2008; 이상무 등, 2010).

야콘(*Polymnia sonchifolia*)은 국화과에 속하는 다년생 식물로서 칠레의 중, 북부에서 페루, 에콰도르에 이르는 남아메리카 안데스산맥의 중부고지대가 원산지로 다년생 구근 작물이다(Grau and Rea, 1997). 야콘에는 이눌린이 함유되어 있어 당뇨의 예방뿐만 아니라 치료에도 효과가 있고, 폴리

[†] To whom correspondence should be addressed : rladudwrl1@yahoo.co.kr

페놀이 함유되어 있어 콜레스테롤을 감소시키고 동맥경화를 예방한다(Asami et al., 1989; Yan et al., 1999). 야콘에는 식물성 섬유소가 많으며, 알칼리성 자연식품으로 가치가 인정되고 있으며, 미네랄 특히 칼륨을 많이 포함하고 있어서 체내 나트륨 양의 밸런스를 맞춰 혈압을 낮추는 효과를 나타내고, 칼슘, 마그네슘 등도 풍부해 골다공증 예방에도 효과가 있다. 그리고 혈청 콜레스테롤 등을 감소시켜 체질 개선에 효과가 있다(Kim et al., 2010; Lee et al., 2002). 야콘에는 프락토올리고당이 다량 함유되어 있으며(Itaya et al., 2002), 프락토올리고당은 위나 장에서 흡수되지 않기 때문에 비만증, 동맥경화, 당뇨병 등에 효과적이며, 위산과 소화효소에 의해 분해되지 않고 대장에 도달하여 장내 비피더스균만이 선택적으로 이용되어 유해균을 억제하는 것으로 알려져 있다(Kim, 2005).

한편, 야콘에 대한 연구로 유기 용매별 추출물의 항산화 및 항암 활성에 관한 연구(Choi et al., 2007), 야콘 잎을 이용한 기능성 피클 제품 개발 및 항산화성에 관한 연구(Moon et al., 2010), 야콘 뿌리를 이용한 식초 개발에 관한 연구(Lee et al., 2010)가 보고되어 있다. 야콘은 우리나라에 1985년 일본으로부터 도입되어 농촌진흥청에서 시험재배를 실시하였으며, 최근에는 재배 방법이 수월하여 재배면적이 늘어나고 있는 실정이다(Doo et al., 2002). 야콘의 키는 1.5~3 m 정도로 야콘을 수확하고 난 후에 생산되는 잎과 줄기는 많지만, 이들은 효율적으로 이용되지 못하고 거의 폐기되는 실정이다. 이처럼 폐기되는 잎과 줄기를 유용하게 이용할 수 있는 방법을 모색하는 것이 필요하다고 생각된다.

이와 같이 야콘은 기능성과 생리활성 물질이 보고되고 있으나, 야콘 부산물을 이용한 사료적 가치 및 계육의 품질에 미치는 영향에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구는 육계 사료에 야콘 부산물을 급여량에 따라(0%, 1.0% 및 2.0%) 첨가 급여한 후 육계의 생산성 및 생산된 계육의 pH, 총폐놀함량, 전자공여능, TBARS(thiobarbituric acid reactive substance), WHC(water holding capacity), 전단력, 육색 및 관능평가를 실시하였다.

재료 및 방법

1. 실험동물

본 실험은 부화 1일령의 무감별 육계 병아리 160수를 공시하였고, 4처리, 4반복, 반복 당 10수씩 완전임의 배치하여 5주간 평사에서 사육하였다. 사육실 내의 온도는 처음 1주간은 30±1°C로 한 뒤 매주 2°C씩 감소시켜, 시험 종료 마지

막 주에는 24±1°C가 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, 그리고 야콘 부산물 분말 2% 급여구를 T3로 하였다. 야콘 부산물 분말은 야콘 뿌리를 수확하고 난 후 수거하였으며, 수거한 야콘 잎과 줄기는 통풍건조기로 건조한 후 100 mesh 크기로 분쇄하여 시험사료로 이용하였다. 시험사료는 첫 주에는 급여하지 않고 2주째부터 실험 종료 시까지 급여한 후 도계하였고, 육질 분석을 위한 시료는 도계 후 처리구당 20수씩 선발하여 다리살을 분리하여 분석하였다.

Table 1. Composition of experimental diets

Ingredients (%)	Starter (1 to 21 d)	Finisher (22 to 35 d)
Corn	59.66	63.55
Soybean meal	27.02	30.11
Wheat bran	10.00	3.50
Dicalcium phosphate	1.19	1.12
Limestone	1.40	1.07
Salt	0.40	0.40
DL-methionine	0.13	0.05
Vitamin premix ¹	0.10	0.10
Mineral premix ²	0.10	0.10
Total	100	100
Calculated values		
ME (kcal/kg)	3,100.00	3,100.00
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

¹ Vitamin premix provides the following (per kg of diet): vitamin A, 5,500 IU; vitamin D₃, 1,100 IU; vitamin E, 10 IU; riboflavin, 4.4 mg; vitamin B₁₂, 12 mg; nicotinic acid, 44 mg; menadione, 1.1 mg; biotin, 0.11 mg; thiamine, 2.2 mg; ethoxyquin, 125 mg.

² 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, 사료요구율 및 폐사율

야콘 부산물 분말을 급여한 후 1, 2, 3, 4, 5주째 각 반복별로 병아리의 체중을 측정하였다. 사료섭취량은 전일 급여량에서 잔량을 빼고 매일 측정하였으며, 사료요구율은 총 사료섭취량을 총 증체량으로 나누어 계산하였다. 폐사율은 입추 시부터 출하 시까지 처리구별로 매일 조사하여 총 입추수에 대하여 폐사수를 나누어 구하였다.

2) 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 생체중에 대한 도체중의 백분율로 나타내었다. 적출된 내장 중, 간과 비장의 무게를 측정(g)하였고, 복강지방은 근위 부위와 총배설강 주변, 복강 내부의 지방을 분리하여 정량(g)하였다.

3) 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.

4) 총 페놀 함량 및 전자공여능

시료 5 g에 80% 에탄올 용액 100 mL를 가하여 환류 냉각기가 부착된 heating mantle에서 80°C로 2시간 동안 반복 추출한 후 Whatman No. 5로 여과하였다. 여과액을 hexane으로 지방을 제거한 다음 40°C로 진공 농축한 후 80% 에탄올 용액 5 mL로 정량하였다. 정량액 1 mL와 Folin-Denis 시약 3 mL를 혼합하여 30분간 방치한 다음 10% Na₂CO₃ 용액 3 mL를 가하여 혼합하고, 1시간 정치시킨 후 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 표준검량곡선은 galic 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. 균질한 시료용액 0.2 mL를 취하여 앞에서 조절한 에탄올 1 mL와 DPPH 용액 0.8 mL를 가하여 10초 동안 강하게 진탕하

여 10분 동안 방치하고, 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 1 mM ascorbic acid를 사용하였고, 다음 식을 이용하여 DPPH 라디칼 소거능을 계산하였다.

DPPH 라디칼 소거능 =

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

5) TBARS

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 혼돈 후, 15시간 냉암소에 보관한 후 530 nm에서 흡광도(Sequoia Turner Co., USA)를 측정하였다.

6) 보수성

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

7) 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, 작동 속도 30 mm/min으로 하였다.

8) 관능검사

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

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, 처리구 간에 따른 평균간 유의성 검정은 Duncan의 다중검정방법으로 5% 수준에서 유의

성 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 증체량, 사료섭취량, 사료요구율 및 폐사율

야콘 부산물 분말을 급여량에 따라(0, 1.0 및 2%) 사육한 육계의 증체량, 사료섭취량, 사료요구율 및 폐사율은 Table 2와 같다.

증체량, 사료 섭취량 및 사료요구율 등의 육계 생산성은 처리구간에 유의성은 인정되지 않았다. 그러나, 폐사율은 대조구가 가장 높고, 야콘 부산물 분말 급여구에서 낮았으며, 부산물 급여량에 의한 유의적인 차이는 없었다. 그러나 야콘 부산물 분말을 급여함에 따라 육성율이 향상되는 결과이었다($P<0.05$).

국내 부존 자원인 천연 생리 활성 식물성 소재를 활용한 실험으로 육계에 가시오갈피, 두충을 급여한 손시환 등(2008)과 약용식물인 인진쑥, 오가피 및 마늘을 이유자돈에 첨가 급여한 권오석 등(2005)은 증체량, 사료 섭취량 및 사료요구율 등의 생산성은 천연식물을 급여함에 따라 차이를 보이지 않는다고 하였다.

한편, 김병기 등(2002)은 재래닭에 인삼, 산약, 한약부산물을 급여한 실험에서, 이상무 등(2010)은 엄나무 잎과 가지를 증탕하여 육계에 급여한 실험에서 폐사율이 유의적으로 감소하고 생존율이 높다는 보고와 본 실험의 결과는 유사하였다. 본 실험은 육계의 생산성에는 영향을 미치지 않았으며, 야콘 부산물 분말 급여는 폐사율을 낮추는 결과이었다.

2. 도체 특성

야콘 부산물 분말을 급여량에 따라 사육한 육계의 도체중, 도체율, 간, 비장 및 복강지방 무게는 Table 3과 같다.

도체중과 도체율은 모든 처리구에서 처리구 간에 유의적인 변화는 없었으며, 간 무게, 비장 무게 또한 처리구 간의 유의성은 없었다.

육계사료에 마늘 분말을 급여하였을 때 비장, 맹장 및 가슴근육의 상대적 중량은 처리구 간에 유의한 차이가 관찰되지 않았다는 보고(유선종 등, 2009)와 가시오갈피와 두충을 육계에 급여한 후 측정된 간, 비장 및 흉선의 무게는 대조구와 차이가 없었다는 보고(손시환 등, 2008)와 본 실험은 유사하였다. 복강지방은 대조구와 T1과 T2간에는 차이가 없으나, 야콘 부산물 분말 2% 급여구에서 유의적으로 감소하였다.

3. 혈액 생화학적 성상 분석

야콘 부산물 분말을 급여량에 따라 사육한 육계의 혈액 콜레스테롤과 triglyceride 및 glucose 함량 등의 혈액 생화학적 성상 분석은 Table 4와 같다.

총콜레스테롤 함량은 대조구에 비해 야콘 부산물 분말 급여구에서 낮아졌으며, 특히 T2와 T3에서 유의적으로 감소하였다($P<0.05$). HDL-cholesterol은 대조구와 T1은 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 대조구와 T1보다 HDL-cholesterol 함량이 증가하였으며($P<0.05$), LDL-cholesterol은 야콘 부산물 분말의 급여량이 증가할수록 낮아지는 결과이었다. 하지만 대조구와 T1간에는 유의한 변화가 없었다($P>0.05$).

Table 2. Effect of dietary supplementation of Yacon (*Polymnia sonchifolia*) on the chicken performance and mortality

Items	Treatments ¹⁾			
	Control	T1	T2	T3
Initial body weight (g)	41.27±0.32	40.94±0.58	41.03±0.19	41.05±0.23
Final body weight (g)	1,865.30±27.91	1,854.35±0.96	1,867.91±27.44	1,850.51±25.17
Weight gain (g)	1,824.04±28.23	1,813.41±21.54	1,826.88±27.25	1,809.39±24.94
Feed intake (g)	3,137.80±62.54	3,118.93±64.54	3,141.50±71.14	3,084.55±41.34
Feed conversion	1.72±0.06	1.72±0.06	1.72±0.07	1.71±0.01
Mortality (%)	3.08±0.61 ^a	2.16±0.15 ^b	1.96±0.09 ^b	1.74±0.11 ^b

Means±S.D.

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

¹⁾ Control; basal diet. T1; basal diet with 0.5% Yacon by-products powder. T2; basal diet with 1.0% Yacon by-products powder. T3; basal diet with 2.0% Yacon by-products powder.

Table 3. Effect of dietary supplementation of Yacon (*Polymnia sonchifolia*) on the carcass characteristics of broiler chicken

Items	Treatments ¹⁾			
	Control	T1	T2	T3
Carcass weight (g)	1,344.88±25.41	1,346.39±4.04	1,344.35±8.08	1,345.69±6.43
Carcass ratio (%)	71.77±0.33	71.72±0.52	71.34±0.28	71.33±0.29
Liver weight (g)	48.83±0.47	49.14±1.02	48.21±1.12	49.15±0.57
Spleen weight (g)	1.98±0.09	1.99±0.04	2.07±0.14	1.98±0.11
Abdominal fat (g)	31.96±0.70 ^{ab}	32.10±0.86 ^a	30.66±0.30 ^b	28.53±0.81 ^c

Means±S.D.

^{a-c} Means within a row with different superscripts are significantly different ($P<0.05$).¹⁾ Control; basal diet. T1; basal diet with 0.5% Yacon by-product powder. T2; basal diet with 1.0% Yacon by-product powder. T3; basal diet with 2.0% Yacon by-product powder.**Table 4.** Effect of dietary supplementation of Yacon (*Polymnia sonchifolia*) on the blood characteristics (mg/dL) of broiler chicken

Items	Treatments ¹⁾			
	Control	T1	T2	T3
Total-cholesterol	168.29±7.92 ^a	160.36±10.02 ^{ab}	149.83±6.47 ^b	148.38±1.89 ^b
HDL-cholesterol	108.88±1.59 ^b	112.92±3.46 ^b	127.85±2.40 ^a	130.31±2.04 ^a
LDL-cholesterol	37.98±1.26 ^a	37.29±0.92 ^a	34.15±1.21 ^b	33.54±0.59 ^b
Triglyceride	119.31±9.19 ^a	114.86±5.51 ^a	95.12±3.07 ^b	92.82±2.57 ^b
Glucose	219.53±4.16 ^b	220.81±4.69 ^b	228.83±6.66 ^{ab}	232.30±4.18 ^a

Means±S.D.

^{a,b} Means within a row with different superscripts are significantly different ($P<0.05$).¹⁾ Control; basal diet. T1; basal diet with 0.5% Yacon by-product powder. T2; basal diet with 1.0% Yacon by-product powder. T3; basal diet with 2.0% Yacon by-product powder.

그리고 triglyceride 함량은 야콘 부산물 분말의 급여에 의해 감소되는 결과를 보이고 있다. Glucose 함량은 대조구보다 야콘 부산물 분말의 급여량이 증가할수록 높아지는 경향을 보이며, 야콘 부산물 분말 급여구에서 대조구보다 유의적으로 증가되었다($P<0.05$).

야콘은 총콜레스테롤, LDL-cholesterol, 중성지방은 감소되고, HDL-cholesterol을 상승시켜 지질대사 개선에 효과적이라 보고하였다(Kim et al., 2010; Lee et al., 2002). Gordon et al.(1981)은 LDL-cholesterol은 혈중 콜레스테롤의 주된 운반형으로 동맥 혈관벽에 콜레스테롤을 축적시켜 동맥경화를 촉진시키고, HDL-cholesterol은 동맥세포막에 콜레스테롤의 침착을 방지하게 됨으로 생체 내에 HDL-cholesterol이 높을수록 동맥경화나 심장질환에 대한 위험 낮아 좋은 콜레스테롤이라 하였다.

본 실험 결과, 육계에 있어서 혈중 콜레스테롤 함량은 야

콘 부산물 분말이 첨가된 사료를 섭취함에 따라 총콜레스테롤과 LDL-cholesterol 및 triglyceride는 감소하고, HDL-cholesterol과 glucose는 증가하였다. 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 지방 흡수 억제 및 지방 배설량 증가, 담즙산의 재흡수 억제 작용을 하여 체내 지질대사에 영향을 미치는 것으로 생각된다(Muramatsu et al., 1986; Ikeda, 2008). 본 실험 결과는 육계의 체내 콜레스테롤 대사에 긍정적인 영향을 미치므로 콜레스테롤 대사를 개선하는 결과라 판단된다.

4. pH, 총페놀 함량, 전자공여능, TBARS, WHC 및 전단력

야콘 부산물 분말을 급여량에 따라 사육한 계육의 pH, 총

페놀 함량, 전자공여능, TBARS, WHC 및 전단력은 Table 5와 같다.

pH는 대조구와 T1에 비해 T2와 T3에서 유의적으로 낮아지는 결과로 야콘 부산물 분말의 급여량이 증가함에 따라 다소 감소하였다. 총페놀함량은 대조구보다 T1, T2 및 T3 등의 야콘 부산물 분말 처리구에서 유의적으로 높았으며, 급여량이 많아짐에 따라 증가하였고, T3에서 가장 많은 함량을 나타내었다. 전자공여능은 총페놀함량과 같은 경향으로 대조구에 비해 야콘 부산물 분말 급여구에서 높은 결과를 보이고, 야콘 부산물 분말 급여량이 증가할수록 그 함량이 높아지는 결과이었다($P<0.05$).

식육은 pH의 변화에 따라 신선도, 보수력, 육색 및 조직감 등의 품질 변화에 영향을 미치는데(Miller et al., 1986), 이상무 등(2010)은 엄나무 가지와 잎 그리고 가지와 잎의 중탕 처리구를 육계에 급여한 결과, 엄나무 잎 급여구에서 조금 감소하는 경향이나 처리구간에 유의성은 없었다고 하였으나 본 실험에서 야콘 부산물 분말 급여구에서 유의하게 감소하였다. 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). 본 실험 결과, 야콘 부산물 분말을 급여한 계육에서 총페놀함량과 전자공여능이 향상되어 야콘 부산물 분말 급여는 계육의 저장성이 향상될 가능성이 있으리

라 사료된다.

야콘 부산물 분말을 급여량에 따라 사육한 계육의 TBARS, WHC 및 전단력은 Table 5와 같다.

지방의 산패 정도를 측정하는 TBARS는 대조구보다 야콘 부산물 분말 처리구인 T1, T2 및 T3에서 낮았으며, 급여량이 많은 T3에서 가장 낮은 값을 나타내어($P<0.05$), 야콘 부산물 분말의 급여는 지방의 산화를 억제하는 결과이었다. 식물체에는 다양한 형태의 항산화 물질을 함유하고 있으며 (Masuda et al., 1993), 그 중에서 페놀성 물질은 항산화성을 가진 대표적인 물질로 보고되고 있다. 야콘에는 polyphenols 물질이 다량 함유되어 있으며(Lee et al., 2000; Porzel et al., 1992), 본 실험 결과, 총페놀 함량이 야콘 부산물 분말 급여구에서 높고, 라디칼 소거능이 높아지는 결과는 이를 뒷받침하고 있다. 보수성과 전단력은 야콘 부산물 분말 급여에 의한 처리구 간의 유의성은 없었다.

5. 육색

야콘 부산물 분말을 급여량에 따라 사육한 후 도계한 계육의 육색은 Table 6과 같다.

CIE L*값은 대조구와 T1보다 T2와 T3에서 유의하게 증가하였으며, 야콘 부산물 분말 급여량이 증가할수록 유의적으로 높았다($P<0.05$). CIE a*값은 대조구보다 야콘 부산물 분말 급여구에서 높은 결과를 보이고 있으며, 야콘 부산물 분말 급여량 차이에 의한 처리구 간의 유의적인 변화 없이 야콘 부산물 분말을 0.5% 이상 급여는 적색도를 높이는 결과이었다($P<0.05$). CIE b*값은 야콘 부산물 분말 급여에 의

Table 5. Effect of dietary supplementation of Yacon (*Polymnia sonchifolia*) on the pH, total phenol, DPPH radical scavenging activity, TBARS, WHC, and shear force of chicken thigh meat

Items	Treatments ¹⁾			
	Control	T1	T2	T3
pH	6.07±0.02 ^a	6.02±0.03 ^b	5.90±0.003 ^c	5.89±0.01 ^c
Total phenol (mgGAE/mg)	70.88±0.39 ^d	73.77±0.59 ^c	76.87±0.56 ^b	79.13±0.74 ^a
DPPH-radical scavenging (%)	27.41±0.54 ^c	29.01±0.89 ^b	30.22±0.40 ^{ab}	30.73±0.75 ^a
TBARS (mg MA/kg)	0.45±0.02 ^a	0.39±0.03 ^b	0.38±0.01 ^b	0.33±0.03 ^c
WHC (%)	57.57±1.33	56.62±1.05	57.13±1.56	56.58±0.71
Shear force (kg/cm ²)	3.58±0.13	3.86±0.10	3.76±0.07	3.76±0.22

Means±S.D.

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

¹⁾ Control; basal diet. T1; basal diet with 0.5% Yacon by-product powder. T2; basal diet with 1.0% Yacon by-product powder. T3; basal diet with 2.0% Yacon by-product powder.

Table 6. Effect of dietary supplementation of Yacon (*Polymnia sonchifolia*) on the meat color of chicken thigh meat

Items	Treatments ¹⁾			
	Control	T1	T2	T3
CIE L*	53.95±0.74 ^b	55.80±1.44 ^{ab}	56.17±0.81 ^a	56.61±0.79 ^a
CIE a*	11.68±0.36 ^b	12.74±0.38 ^a	13.14±0.27 ^a	13.08±0.44 ^a
CIE b*	8.59±0.67	7.93±0.42	7.70±0.28	8.61±0.92

Means±S.D.

^{a,b} Means within a row with different superscripts are significantly different ($P<0.05$).¹⁾ Control; basal diet. T1; basal diet with 0.5% Yacon by-product powder. T2; basal diet with 1.0% Yacon by-product powder. T3; basal diet with 2.0% Yacon by-product powder.

한 처리구간 유의적인 변화는 확인되지 않았다.

본 실험 결과, 부산물 분말을 닭에 급여하면 myoglobin 내의 ferrous ion이 ferric ion으로 산화되어 식육이 갈색으로 변색되는 것을 억제시키는 결과를 나타내어 야콘 부산물에 함유된 항산화 성분이 지방의 산화억제뿐만 아니라, met-myoglobin(MetMb) 형성억제에도 영향을 미치는 결과이었다(Choi et al., 2004; Kim et al., 2007). Oxymyoglobin이 MetMb로 전환되는 이유는 지방 산화와 직접적으로 관련이 있으며, 항산화 상태에 의존적이고(Yin et al., 1993), 지방 산화가 일어나는 동안에 생성되는 free radical이 헴 색소를 산화시키며(Faustman and Cassens, 1990), 고기에 항산화 물질을 첨가하면 MetMb 형성이 억제된다 하였다(Greene et al., 1971). 본 실험 결과, 야콘 부산물 분말을 닭에게 급여하면 육의 밝기는 밝아지고, 적색도는 높아지는 결과로 어떠한 원인으로 육색이 밝아지는지 앞으로 구체적인 연구가 수행되어야 할 것으로 사료된다.

6. 관능검사

야콘 부산물 분말을 첨가 수준에 따라 급여하여 사육한 계육의 관능검사 결과는 Table 7과 같다.

관능검사요원이 평가한 연도는 대조구와 T1보다 T2 및 T3에서 유의적으로 높았고, 다즙성과 육향은 처리구 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 본 실험 결과, 관능검사 요원이 평가한 연도는 야콘 부산물 분말 급여구에서 높았고, 다즙성과 육향은 처리구 간에 유의성이 없어 육계사료에 야콘 부산물의 이용 가능성이 시사된다.

적 요

본 시험은 육계에 야콘 부산물 분말을 급여량(0, 1.0 및 2.0%)에 따라 급여하여 5주간 사육한 육계의 생산성과 다리육의 pH, 총폐놀함량, 전자공여능, TBARS, WHC, 전단력, 육색 및 관능평가를 조사하였다. 실험구는 야콘 부산물 분말을 첨가 급여하지 않은 처리구를 대조구, 야콘 부산물 분말 0.5% 급여구는 T1, 야콘 부산물 분말 1% 급여구는 T2 그리고 야콘 부산물 분말 2.0% 급여구를 T3 등으로 나누어 사양하였다. 야콘 부산물을 급여한 육계의 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율 등의 생산성 변화는 관찰되지 않았으나, 폐사율은 감소하였다. 혈액 생화학 성상 분석 결과, 야콘 부산물의 첨가 급여는 총콜레스테롤과 LDL-cholesterol 및 triglyceride는 감소하고, HDL-cholesterol과 glucose는 증가하였다. 야콘 부산물을 급여한 계육의 pH, TBARS는 야콘 부산물 급여량이 증가함에 따라 낮아지는 결과($P<0.05$)를 보이므로 야콘 부산물 급여는 계육의 저장성 향상에 도움이 될 것으로 기대된다. 총폐놀함량과 전자공여능은 대조구보다 야콘 부산물 급여구에서 함량이 증가하였으며($P<0.05$), 보수성과 전단력은 처리구간 유의성이 없었다. 계육의 육색

Table 7. Effect of dietary supplementation of Yacon (*Polymnia sonchifolia*) on the sensory evaluation of chicken thigh meat

Items	Treatments ¹⁾			
	Control	T1	T2	T3
Tenderness	4.29±0.08 ^b	4.30±0.11 ^b	4.51±0.08 ^a	4.53±0.01 ^a
Juiciness	4.31±0.08	4.46±0.06	4.48±0.05	4.38±0.16
Flavor	4.40±0.10	4.41±0.11	4.44±0.13	4.45±0.09

Means±S.D.

^{a,b} Means within a row with different superscripts are significantly different ($P<0.05$).¹⁾ Control; basal diet. T1; basal diet with 0.5% Yacon by-product powder. T2; basal diet with 1.0% Yacon by-product powder. T3; basal diet with 2.0% Yacon by-product powder.

중 CIE L*값과 CIE a*값은 대조구보다 야콘 부산물 분말 급여구에서 높아졌으며($P<0.05$), CIE b*값은 야콘 부산물 급여량에 의한 처리구 간의 유의적인 변화가 없는 결과이었다. 관능검사 결과, 야콘 부산물을 급여함으로써 연도는 높아졌지만, 다즙성과 육향은 유의성이 없었다. 결론적으로 야콘 부산물 분말 2%를 육계에 급여하면 pH와 TBARS가 낮아지고, 총페놀함량이 높아지며, 전자공여능이 향상되어 계육의 저장성이 개선될 것으로 기대된다.

(색인어: 야콘 부산물, 전자공여능, 총페놀 함량, TBARS, 육색)

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.
- Asami TM, Minamisawa T, Tsukiashi T 1989 Chemical composition of yacon, a new root crop from Andean highland. Japan. *J Soil Sci Plant Nutr* 60:122-126.
- Blois MS 1958 Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 4617:1199-2000.
- 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 NH, Choi SH, Lim SW, Park IS 2007 The effect of yacon(*Smallanthus sonchifolius*) extract against dibutyltin dichloride-induced pancreatitis. *Korean J Anatomy* 40: 259-266.
- Doo HS, Ryu JH, Choo BK 2002 Growth and yield responses of yacon according to fertilize the nitrogen, phosphate and potassium. *Bulletin of Agricultural College, Chonbuk National University* 33:51-60.
- 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.
- Gordon T, Kannel WB, Castelli WP, Dawber TR 1981 Lipoproteins cardiovascular disease and death the Framingham study. *Arch Inter Med* 141:1128-1131.
- 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 M W 1971 Retardation of oxidative color changes in raw ground beef. *J Food Sci* 36:940-942.
- Hsieh C, Yen GC 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 Clin 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.
- 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 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 YS. 2005 Antimicrobial activity of yacon K-23 and many facture of functional yacon jam. *Korean J Food Sci Technol* 37: 1035-1038.
- Lee CH, Choi MS, Kwon KW 2000 Variation of kalosaponin contents in plant parts and population of native *Kalopanax semtemlobus*. *Korean J Pharm* 31:203-208.
- 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 SY, Yoo KM, Moon BK, Hwang IK 2010 A study on the development of vinegar beverage using yacon roots and analysis of components change during the fermentation. *Korean J Food Cookery Sci* 26:95-103.
- 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 in-

- fluence the water holding capacity of various types of meat. J Food Technol 22:1139-1144.
- Moon MJ, Yoo KM, Kang HJ, Hwang IK, Moon BK 2010 Antioxidative activity yacon and changes in the quality characteristics of yacon pickles during storage. Korean J Food Chookery sci 26:263-271
- Muramatsu K, Fiulcuyo M, Aara Ya 1986 Effect of green tea catechins on plasma cholestenl level in cholesterol fed rats. J Nutr Sci Vitamine 32:613-622.
- Park UT, Jang DS, Cho HR 1992 Antimicrobial effect of lithospermiradix (*Lithospermum erythrorhizon*) extract. J Korean Soc Food Sci Nutr 21:97-100.
- 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 α -Tocopherol and ascorbate delay oxymyoglobin and phospholipid oxidation *in vitro*. J Food Sci 58:1273-1276.
- 강선영 이민희 고영현 손시환 문양수 장인석 2010 산란계에 천연항산화원으로서 가시오갈피 및 두충의 급여가 체내 항산화 작용에 미치는 영향. 한국가금학회지 37:15-21.
- 권오석 홍종욱 민병준 이원백 손경성 김인호 김진만 2004 비육돈에 있어서 Selenium binding yeast peptide의 첨가가 생산성, 조직의 Se함량, 혈청내 GSH-Px의 활성 및 돈육의 품질에 미치는 영향. 한국식품영양학회지 33:1206-1211.
- 김병기 황인엽 강삼순 신상희 우선창 김영직 황영현 2002 인삼, 산약, 한약부산물물의 급여가 재래닭의 생산성에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지 44:297-304.
- 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.
- 유선종 안병기 강창원 2009 육계사료 내 마늘 분말의 첨가 급여가 육계성장과 HMG-CoA reductase의 mRNA 발현에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지 51:307-314.
- 이상무 황주환 김영직 2010 사료 내 엄나무 첨가 급여가 육계의 생산성 및 계육의 지방산 조성에 미치는 영향. 한국축산식품학회지 30:305-312.
- (접수: 2012. 11. 21, 수정: 2012. 12. 12, 채택: 2013. 2. 1)