Journal of Life Science 2009 Vol. 19. No. 8. 1081~1087 ©JLS / ISSN 1225-9918

닭고기의 성분조성에 미치는 감귤껍질 급여의 영향

정인철 · 문윤희[1]*

대구공업대학 식음료조리계열, [1]경성대학교 식품생명공학과

Received March 6, 2009 / Accepted May 4, 2009

Effects of Feeding Citrus Peels on Nutritional Composition of Chicken Meat. In-Chul Jung and Yoon-Hee Moon[1]*. *Div. of Food, Beverage and Culinary Arts, Daegu Technical University, Daegu 704-721, Korea,* [1]*Dept. of Food Science and Biotechnology, Kyungsung University, Busan 608-736, Korea* - In this study, the effects of feeding citrus peel on the nutritional composition of chicken meat were investigated. The samples consisted of chicken meats provided with only feed for laying hens without citrus peel (CP-0), and chicken meats fed with 1.0%, 1.5% and 2.0% citrus peel during the starter (initial period feed; 1~9th day), the grower (middle period feed; 10~24th day), and the finisher (latter period feed; 25~36th day), respectively. There was no significant difference between CP-0 and CP-1 regardless of feeding citrus peel in terms of chicken's moisture, protein, fat, ash or caloric content. The cholesterol content was significantly lower in the CP-1 chicken meats than in the CP-0 chicken meats ($p<0.05$). The K, P and Ca contents were significantly higher in the CP-1 chicken meats than in the CP-0 chicken meats ($p<0.05$), but there were no significant differences between CP-0 and CP-1, regardless of feeding citrus peel, in terms of chicken meat's Na and Mg. There were no significant differences between CP-0 and CP-1 regardless of feeding citrus peel, in terms of chicken meat's vitamin A, xanthophyll, β-carotene, hesperidin or naringin, but vitamins B_1 and B_2 were significantly higher in the CP-1 chicken meats than in the CP-0 chicken meats ($p<0.05$). There were no significant differences between CP-0 and CP-1 regardless of feeding citrus peel, in terms of chicken meat's amino acid composition - most of free amino acids and fatty acid composition - but L-glutamic acid was significantly higher in the CP-0 chicken meats than in the CP-1 chicken meats, and the DL-β-amino isobutyric acid was significantly higher in the CP-1 chicken meats than in the CP-0 chicken meats ($p<0.05$).

Key words : Chicken meat, nutritional composition, citrus peel

서 론

과학의 발달, 식생활 변화, 위생수준 향상 등 여러 가지 원인에 의하여 인간의 수명이 연장되면서 소비자들의 식품에 대한 구매형태도 다양화되고 있다. 특히 건강증진에 기여할 수 있는 식품의 선택을 우선함으로서 식육의 소비도 양보다는 질적으로 우수한 것을 요구하고 있다. 식육의 품질은 기호도, 영양가, 안전성 등을 고려대상으로 하여 소비자들에 의해 선택되는데 최근의 소비 형태는 안전성을 더 고려하는 것이 사회적 추세이다. 따라서 안전성이 확보된 식육을 생산하기 위한 연구들이 다양하게 진행되어 왔으며, 근래에는 사료에 농산물이나 그 부산물을 첨가하여 고품질의 축산물을 생산하기 위한 시도들이 다양하게 이루어지고 있다. 그 중에서 제주도에서 생산된 감귤을 주스로 제조하고 남은 부산물을 사료에 첨가하여 폐기물을 줄이면서 감귤 부산물에 남아있는 유효성분들을 이용하고자 하는 연구들이 진행되어 일부는 브랜드화되고 있다. Jung 등[10]은 감귤 부산물을 제주도 재래돼지에게 급여하여 품질특성을 연구하였으며, Yang 등[25]은 한우에게 감귤박을 급여하여 이화학적 특성 및 관능적 특성에 대하여 연구하였고, 또 Yang 등[26]은 제주도 토종닭에게 감귤 부산물을 급여하여 영양성분을 분석하였다.

농산물을 가공하고 난 후 발생하는 부산물에는 다양한 기능성 물질들이 함유되어 있는 것으로 보고되고 있지만 감귤류 껍질의 경우 naringin, hesperidin, sinensetin, nobiletin, heptamethpxylflavone, tetramethylscutellarein, hexamethyl-*o*-quercetagetin, tangeretin 등의 flavonoid류가 함유되어 있으며[7,8], 이외에 다양한 종류의 페놀화합물이 함유되어 있는 것으로 알려져 있다[15]. 이들은 항산화, 항균, 항혈소판, 항고혈압, 항바이러스, 항알러지, 항궤양, 항종양, 항염증, 항동맥경화증, 항간독성 활성, 혈중 지방감소 등에 효과가 있다[1,6,16,22,24]. 또한 감귤류 껍질에 다량 함유되어 있는 pectin은 gel화제로 사용할 수 있으며[12], carotenoid 및 비타민류 등이 많이 함유되어 있어서 영양가치도 높다[18]. 이렇게 감귤 껍질의 이용범위는 대단히 넓지만 사용범위는 제한적이어서 우리나라 감귤주스 제조 후 남는 껍질은 대부분 폐기되고 있는 실정이다. 그러므로 다양한 유효성분을 함유하고 있는 감귤껍질의 유효 이용률을 높이는 것은 여러 가지 측면에서 중요하다. 그 방법의 하나로서 감귤껍질을 닭의 사료에 첨가하여 생산된 고기의 우수성이 인정되거나 비슷하다면 사료비

*Corresponding author
Tel : +82-51-620-4711, Fax : +82-51-622-4986
E-mail : yhmoon@ks.ac.kr

절감, 기능성 닭고기 생산, 환경오염 방지 등 농축산업 발전의 일부에 기여할 것이다. 따라서 본 연구는 농산 부산물인 감귤 껍질을 재이용하여 친환경, 기능성 닭고기의 생산 가능성을 모색하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

닭고기(Rose종)는 제주도 북제주군 한림읍 소재 B 양계농장에서 사육하였다. 초기, 중기 및 후기 사료 모두 감귤껍질을 첨가하지 않은 육계용 배합사료((주)서울사료)로 사육한 대조구(CP-0), 그리고 초기(1~9일), 중기(10~24일) 및 후기(25~36일) 사료에 감귤껍질을 각각 1.0, 1.5 및 2.0% 첨가한 감귤껍질 급여구(CP-1)로 구분하여 400수씩 5반복 공시하였다. 사료와 물은 자유 채식하게 하였으며, 육질 분석용으로 선발된 37일령의 닭고기 CP-0 (생체중 1.72 kg)와 CP-1 (생체중 1.73 kg)을 제주도 육계조합 도계장 및 가공공장에서 도계하고 가슴살 및 다리살을 채취하여 실험에 이용하였다.

감귤껍질은 제주도 남제주군 남원읍 소재 감귤 제 1 복합가공공장과 롯데칠성(주) 감귤 가공공장에서 감귤 농축액을 제조할 때 폐기되는 감귤껍질을 수거하였다. 이때 감귤껍질의 수분함량은 약 85~92%이었고, 이것을 수분함량이 약 50%될 때까지 일광건조한 후 송풍건조로 수분함량이 약 15%가 되게 하였다. 건조된 감귤껍질은 탐라사료(주)의 사료공장에서 15~18 mesh까지 분쇄하여 사용하였다. 건조 분쇄한 감귤껍질의 성분특성은 Table 1과 같으며, 사료의 원료 배합비와 성분특성은 Table 2와 같다.

Table 1. Ingredient of citrus peel

Ingredients	Contents
Moisture (%)	15.26±0.28
Crude protein (%)	11.48±0.26
Crude fat (%)	10.52±0.39
Crude ash (%)	3.53±0.12
Crude fiber (%)	5.14±0.17
Calcium (ppm)	10,779.26±61.43
Phosphorus (ppm)	1,961.57±106.89
Kalium (ppm)	6,426.01±22.02
Natrium (ppm)	464.78±24.58
Magnesium (ppm)	1,656.01±5.37
Pectin (%)	8.43±0.01
Tannin (mg/100 g)	306.64±12.04
Vitamin A (mg/100 g)	0.06±0.01
Vitamin D (mg/100 g)	Not detected
Vitamin E (mg/100 g)	15.11±0.31
Vitamin K (mg/100 g)	Not detected
Vitamin B_1 (mg/100 g)	0.22±0.02
Vitamin B_2 (mg/100 g)	0.66±0.01
Hesperidin (mg/100 g)	52.55±0.72
Naringin (mg/100 g)	12.48±0.01
β-carotene (ppm)	2.75±0.11
Xanthophyll (ppm)	1.03±0.02
Agricultural chemicals	Not detected

일반성분, 열량 및 cholesterol 함량

닭고기의 수분함량은 상압가열건조법[11], 조단백질은 단백질분석기(Tecator Kjeltec Auto 1030 Analyzer, Korea)로 분석하였으며, 조지방은 지방분석기(Soxtec system 1046, Sweden)를 이용하였고, 조회분은 직접회화법[11]으로, 열량은 열량계(PARR 1351 Bomb Caloriemeter, USA)로 그리고 cholesterol은 AOAC법[2]으로 분석하였다.

무기질 함량

무기질 함량은 시료를 660°C에서 2시간 동안 회화하고 HCl:H_2O (1:1) 용액에 용해시켜 하룻밤 방치한 후 여과하여 Perkin-Elmer ICP-OES 2000DV (USA)로 분석하였다[13].

비타민, β-carotene, xanthophyll, hesperidin 및 naringin 함량

비타민 A는 시료 0.5 g에 산화방지제를 넣어 ethanol에 녹아있는 KOH 용액으로 고온에서 검화시킨 후 헥산 15 ml로 불검화물을 추출하여 분액여두에 옮기고, 계속하여 10% NaCl 용액과 3차 증류수로 불순물을 제거하여 헥산을 질소가스로 완전히 날려 보낸 후 methanol 2 ml에 녹이고 여과하여 HPLC (P680 Pump, RF2000 Fluorescence Detector, Dionex, Germany)로 분석하였으며, 비타민 B_1은 시료 10 g을 0.1 N H_2SO_4로 침출시킨 후 takadiastase로 가수분해하여 결합형의 B_1을 유리시킨 후 permutit 흡착 칼럼으로 분리하여 적혈염으로 산화시켜 강한 형광을 내는 thiochrome을 형성시킨 후 형광광도계(Fluorescence, LB-500, Perkin-Elmer, USA)를 이용하여 측정하였다. 비타민 B_2는 시료 10 g을 소량의 증류수를 가하여 균질기로 미세하게 분쇄한 후 70~80°C의 수욕조에서 추출한 후 냉각시키고 HPLC (P680 Pump, RF2000 Fluorescence Detector, Dionex, Germany)로 분석하였다[11]. 그리고 β-carotene 및 xanthophyll의 정량은 건조한 시료 0.5~1 g을 $MgCO_3$ 0.5 g과 함께 200 ml 원심분리관에 넣고 1:1의 methanol : tetrahydrofuran 용액 150 ml를 넣어 1분간 균질하고, 5분간 2,000 rpm으로 8°C에서 원심분리하여 상층액을 모은 후 10% NaCl 50 ml와 석유 ether 50 ml를 가한다. 층을 분리시킨 다음 증류수 100 ml를 넣고 유기층을 수기에 모아 농축한 후 methanol : tetrahydrofuran (75:25) 용액으로 희석하여 HPLC (Hewlet packard, Model 1100 series, USA)로 분석하였다[2]. Hesperidin 및 naringin 분석은 Davis법[21]에 의하여 측정하였다.

Table 2. Formulation and chemical composition of experiment diet

Items	CP-0			CP-1		
	Starter	Grower	Finisher	Starter	Grower	Finisher
Ingredients (%)						
Corn	47.80	40.53	46.58	47.60	40.00	45.83
Soybean meal (44% CP)	40.90	31.00	25.73	40.55	31.15	26.25
Corn gluten meal	2.30	1.16	0.74	2.10	1.16	0.67
Wheat	-	18.00	20.00	-	17.10	18.85
Meat (bone) meal	-	2.00	2.00	-	1.86	1.98
Dried citrus peel	0	0	0	1.00	1.50	2.00
Tallow (animal fat)	5.03	4.48	2.80	5.14	4.56	2.40
TCP	2.16	1.42	1.05	2.14	1.38	1.05
Limestone ($CaCO_3$)	0.34	0.14	0.23	0.28	0.14	0.18
Salt	0.20	0.15	0.15	0.13	0.15	0.15
DL-Methionine	0.25	0.34	0.24	0.24	0.30	0.23
L-Lysine	0.15	0.16	0.02	0.15	0.15	0.02
Vitamin premix[1)]	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06	0.05
Mineral premix[2)]	0.24	0.20	0.20	0.22	0.18	0.18
Choline-(chloride)	0.22	0.11	0.06	0.19	0.11	0.06
Others[3)]	0.35	0.25	0.15	0.20	0.20	0.10
Total	100	100	100	100	100	100
Chemical composition(%)						
Dry matter	88.23	88.02	87.31	87.62	87.30	87.67
ME (kcal/kg)[*]	3,097	3,143	3,153	3,117	3,151	3,142
Crude protein	24.16	21.63	20.79	22.22	21.79	19.85
Crude fat	5.53	5.69	6.69	6.42	6.69	5.41
Crude fiber	3.88	4.28	4.25	4.35	4.45	3.43
Crude ash	5.83	4.77	4.81	5.79	4.61	4.77
Calcium	0.92	0.62	0.72	0.91	0.71	0.69
Available phosphorus	0.67	0.56	0.57	0.63	0.52	0.54
Vitamin A	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02
Vitamin B_1	0.02	0.02	0.04	0.03	0.03	0.03
Vitamin B_2	0.11	1.00	0.14	1.14	1.05	0.14
Methionine[*]	0.53	0.48	0.42	0.49	0.42	0.39
Lysine[*]	1.12	1.00	1.02	1.08	0.86	0.94

[1)]Contained per kg; Vit. A, 5,500,000 IU; Vit. D, 1,500,000 IU; Vit. E, 15,000 IU; Vit. K, 850 mg; Vit. B_1, 1,000 mg; Vit. B_2, 5,000 mg; Vit. B_6, 3,000 mg; Vit. B_{12}, 16,000 μg; Niacin, 16,000 mg; Folic acid, 1,000 mg; Biotin, 30,000 mg; Pantothenic acid, 5,000 mg; Antioxidation, 6,000 mg.

[2)]Contained per kg; Zn, 75,000 mg; Mn, 75,000 mg; Fe, 75,000 mg; Cu, 7,500 mg; I, 1,650 mg; Se, 450 mg; S, 125,000 mg; Co, 150 mg.

[3)]Contained; Probiotics, Enzymes, etc., [*]Calculated value.

아미노산 조성 및 유리아미노산 함량

아미노산 조성은 시료 0.02 g을 6N HCl 15 ml로 110°C에서 24시간 가수분해하고 55°C에서 감압농축한 후 pH 2.2 (citric acid) dilution buffer를 이용하여 25 ml로 정용한 후 아미노산분석기(Amino acid analyzer S433, Sykam, Germany)로 분석하였다. 분석에 사용된 column 및 분석조건은 column size 4 mm × 150 mm, absorbance 570 nm와 440 nm, reactor temperature 120°C이었다[17]. 유리아미노산은 시료 0.2 g에 75% ethanol을 가하여 30분간 진탕시켜 10,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 얻어진 상층액을 취하고, 남은 잔사에 다시 75% ethanol을 가하여 얻어진 상층액과 함께 감압농축하여 ethanol을 제거하였다. 이 여액에 25% trichloroacetic acid를 가하여 단백질을 제거하고 ethyl ether로 여액 중의 trichloroacetic acid를 제거한 다음 감압농축하여 잔류한 ethyl ether를 제거하였다. 이 여액을 Amberlite IR120 (H^+) 수지가 충전된 칼럼에 통과시켜 아미노산을 흡착시킨 다음 0.2N sodium citrate buffer (pH 2.2)로 용해시켜 여과하고, 아미노산분석기(Pharmacia LKB Alpha plus, Swden)로 분석하였다. 사용된 column은 column 4151 series II (200×4.6 mm)이었으며, buffer를 이용하

여 15 ml/min의 유속으로 용출시켰다[14].

지방산 조성

닭고기의 지질은 Folch 등[5]의 방법으로 추출, 정제하고, 14% BF_3-methanol 용액을 사용하여 methylation시켜 이것을 GC (SRI 8610C, USA)로 분석하였다. 사용한 column은 Quadrex (30 m × 0.25 mm I.D., 0.25 μm film thickness)이었으며, 250°C의 조건에서 분석하였다.

통계처리

얻어진 결과들의 자료는 SPSS program [20]을 이용하여 Duncan's multiple range test로 5% 수준에서 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

닭고기의 일반성분, 열량 및 cholesterol 함량

감귤껍질을 급여하지 않은 닭고기(CP-0)와 감귤껍질을 급여한 닭고기(CP-1)의 일반성분, 열량 및 cholesterol 함량을 실험하고 그 결과를 Table 3에 나타내었다. 가슴살의 수분함량은 CP-0 및 CP-1이 각각 73.0% 및 72.7%, 다리살은 각각 70.3% 및 69.1%로 감귤껍질 급여의 영향은 없었으나 가슴살의 수분함량이 다리살보다 높았다($p<0.05$). 조단백질 함량은 가슴살 CP-0 및 CP-1이 각각 23.1% 및 23.7%이고, 다리살은 각각 18.4% 및 18.2%로 감귤껍질 급여의 영향은 없었으나 가슴살의 단백질 함량이 다리살보다 높았다($p<0.05$). 조지방 함량은 가슴살이 1.9~2.2%이고, 다리살이 10.4~11.8%로 감귤껍질 급여의 영향은 없었으나 다리살이 가슴살보다 높았으며, 조회분 함량은 가슴살이 다리살보다 높았다($p<0.05$). 열량은 1,424~1,505 kcal/kg으로 유의한 차이는 아니지만 다리살이 가슴살보다 높은 경향이었다. 그리고 cholesterol 함량은 가슴살의 경우 CP-0 및 CP-1이 각각 75.4 및 70.3 mg/100 g으로 유의성은 없지만 감귤껍질 급여구가 조금 낮았으며, 다리살은 각각 99.6 및 94.0 mg/100 g으로 감귤껍질을 첨가한 것이 유의하게 낮아서 감귤껍질 급여가 닭고기의 cholesterol 함량을 낮추는 요인으로 작용하였다. Xiong 등[23]은 닭고기 가슴살 및 다리살의 수분함량은 각각 79.5% 및 72.8%, 조단백질은 각각 21.5% 및 18.1%, 조지방은 각각 1.3% 및 1.4%라고 보고하여서 가슴살의 수분함량과 조단백질 함량이 다리살보다 함량이 많다는 것은 유사한 결과이지만 조지방 함량은 본 실험결과와는 달랐다. 이것은 품종, 식이, 사육환경 등이 다른데서 오는 결과로 생각된다. 그리고 Yang 등[26]은 감귤 부산물을 급여한 제주도 토종 닭고기의 cholesterol 함량이 유의한 수준은 아니지만 감귤 부산물을 급여하지 않은 것보다 낮으며, 다리살의 cholesterol 함량이 가슴살보다 높았다는 결과와 유사하였다.

Table 3. Chemical composition (%), calorie (kcal/kg) and cholesterol (mg/100 g) of chicken meat

Items	Breast		Thigh	
	CP-0[1)]	CP-1[2)]	CP-0	CP-1
Moisture	73.0±0.3[3)a4)]	72.7±0.5[a]	70.3±0.5[b]	69.1±1.0[b]
Crude protein	23.1±0.2[a]	23.7±0.6[a]	18.4±0.6[b]	18.2±0.2[b]
Crude fat	2.2±0.5[b]	1.9±0.3[b]	10.4±3.1[a]	11.8±2.5[a]
Crude ash	1.7±0.4[a]	1.8±0.5[a]	0.9±0.3[b]	0.9±0.1[b]
Calorie	1,424±55	1,428±14	1,462±38	1,505±75
Cholesterol	75.4±4.0[c]	70.3±3.0[c]	99.6±0.4[a]	94.0±3.7[b]

[1)]Chicken meat that were not fed with citrus peel.
[2)]Chicken meat that were fed with citrus peel.
[3)]Mean±SD.
[4)]Values with different superscripts within the same row are significantly different at $p<0.05$.

닭고기의 무기질 함량

닭고기의 무기질 함량을 측정한 결과는 Table 4와 같다. 닭고기에 가장 많이 함유된 무기질은 칼륨(K)으로서 가슴살의 CP-0 및 CP-1이 각각 2,998 및 3,375 ppm이었고, 다리살은 각각 2,523 및 2,663 ppm으로서 감귤껍질을 급여한 닭고기가 유의하게 높았으며, 가슴살이 다리살보다 높은 경향이었다($p<0.05$). 그 다음으로 많이 함유된 무기질은 인(P)인데 가슴살의 CP-0 및 CP-1이 각각 1,989 및 2,254 ppm으로 감귤껍질을 급여한 것이 유의하게 높았으나($p<0.05$), 다리살은 감귤껍질 급여의 영향이 없었다. 나트륨(Na) 함량은 전체적으로 353~523 ppm으로 감귤껍질 급여의 영향은 없었으나, 다리살이 가슴살보다 유의하게 높았고, 마그네슘(Mg) 함량은 202~295 ppm으로 감귤껍질 급여의 영향은 없었으나 가슴살이 다리살보다 유의하게 높았다($p<0.05$). 그리고 칼슘(Ca)의 함량은 가슴살 CP-0 및 CP-1이 각각 27 및 29 ppm이고, 다리살이 각각 31 및 39 ppm으로 감귤껍질 급여에 의하여 유의하게 높아졌으며($p<0.05$), 다리살이 가슴살보다 함량이 높았다. 그리고 본 연구 결과 무기질 함량은 칼륨>인>나트륨>마그네슘>칼슘의 순으로 많았는데 이것은 Chae 등[4]의 결과와 일치하는 경향이었다. 감귤껍질에서 유래한 미네랄원에 의해 첨가 급여량에 따라 차이가 있는 것으로 사료된다.

Table 4. Major mineral content of chicken meat (ppm)

Items	Breast		Thigh	
	CP-0[1)]	CP-1[2)]	CP-0	CP-1
Kalium	2,998±55[3)b4)]	3,375±37[a]	2,523±44[d]	2,663±88[c]
Phosphorus	1,989±34[b]	2,254±32[a]	1,609±36[c]	1,645±83[c]
Natrium	362±14[b]	353±58[b]	495±11[a]	523±29[a]
Magnesium	289±4[a]	295±10[a]	202±16[b]	215±6[b]
Calcium	27±1[d]	29±1[c]	31±1[b]	39±2[a]

[1~4)]The same as in Table 3.

Table 5. Vitamin, Xanthophyll, β-carotene, hesperidin and naringin content of chicken meat

Items	Breast		Thigh	
	CP-0[1)]	CP-1[2)]	CP-0	CP-1
Vitamin A (mg/100 g)	Trace	Trace	0.012±0.002[3)]	0.010±0.002
Vitamin B_1 (mg/100 g)	0.090±0.000[c4)]	0.830±0.020[a]	0.090±0.000[c]	0.670±0.010[b]
Vitamin B_2 (mg/100 g)	0.274±0.088[c]	0.291±0.087[c]	0.354±0.038[b]	0.423±0.048[a]
Xanthophyll (ppm)	Trace	Trace	0.850±0.035	0.853±0.045
β-Carotene (ppm)	Trace	Trace	Trace	Trace
Hesperidin (mg/100 g)	Trace	Trace	Trace	Trace
Naringin (mg/100 g)	Trace	Trace	Trace	Trace

[1~4)]The same as in Table 3.

닭고기의 비타민, xanthophyll, β-carotene, hesperidin 및 naringin 함량

닭고기의 비타민, xanthophyll, β-carotene, hesperidin 및 naringin 함량을 측정하고 그 결과를 Table 5에 나타내었다. 닭고기 가슴살에는 비타민 A가 거의 없었으나 다리살에는 0.010~0.012 mg/100 g이 함유되어 있었다. 비타민 B_1은 가슴살 CP-0 및 CP-1이 각각 0.090 및 0.830 mg/100 g, 다리살에는 0.090 및 0.670 mg/100 g이 함유되어 있어서 감귤껍질 급여가 닭고기의 가슴살 및 다리살의 비타민 B_1 함량을 유의하게 높이는 요인이 되었다($p<0.05$). 비타민 B_2는 가슴살 CP-0 및 CP-1이 각각 0.274 및 0.291 mg/100 g으로 감귤껍질 급여의 영향이 없었으나 다리살은 각각 0.354 및 0.423 mg/100 g으로 감귤껍질 급여가 비타민 B_2의 함량을 유의하게 증가시켰다($p<0.05$). 그리고 xanthophyll 함량은 가슴살에는 거의 함유되지 않았으나 다리살은 CP-0 및 CP-1이 각각 0.850 및 0.853 ppm 함유되어 있어서 감귤껍질 급여에 의한 영향은 없었으나 부위에 따른 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 그러나 β-carotene, hesperidin 및 naringin은 닭고기 가슴살 및 다리살에 거의 함유되어있지 않아서 감귤껍질 급여의 영향이 없는 것으로 파악하였다. 본 연구의 결과는 감귤 부산물을 급여한 토종 닭고기 다리살의 비타민 B_2 함량이 급여하지 않은 것보다 유의하게 높다는 Yang 등[26]의 결과와 일치하는 경향이었으며, 감귤껍질의 급여로 일부 비타민의 함량을 증가시킬 수 있을 것으로 생각된다.

닭고기의 아미노산 조성 및 유리아미노산 함량

감귤껍질을 급여하지 않은 닭고기(CP-0)와 급여한 닭고기(CP-1)의 아미노산 조성은 Table 6과 같다. 모든 아미노산이 감귤껍질 급여에 의한 영향은 없었으며, prolamin을 제외한 아미노산들의 조성은 가슴살이 다리살보다 유의하게 높았다($p<0.05$). 총 아미노산 조성은 가슴살이 20.9~21.0%로 다리살의 16.0~16.2%보다 유의하게 높은 경향이었다. 그리고 비교적 많은 아미노산은 glutamic acid, aspartic acid 및 lysine이었다. 닭고기의 유리아미노산 함량을 측정한 결과는 Table 7과 같다. 감귤껍질 급여에 의하여 유의하게 증가한 유리아미노산은 다리살의 DL-β-amino isobutyric acid이었고, 감소한 것은 다리살의 phosphoserine이었다($p<0.05$). 그 외의 유리아미노산들은 감귤껍질 급여에 의하여 영향을 받지 않았으며, 가슴살보다 다리살에 많이 함유된 유리아미노산은 phosphoserine, L-valine, L-leucine, L-isoleucine, L-tyrosine 및 L-ornithine이었다. 그리고 다리살에 더 많은 유리아미노산은 taurine, L-glycine 및 DL-β-amino isobutyric acid이었다. 총 유리아미노산도 감귤껍질 급여에 의한 영향은 없었으며, 다리살이 가슴살보다 비교적 함량이 높았다. 유리아미노산은 맛에 영향을 미치는데[3], 본 연구의 결과 감귤껍질 첨가에 의한 맛의 향상은 기대하기 어려웠고, 다만 다리살이 가슴살보다 풍미와 관련된 기호성이 더 우수할 것으로 판단되었다. 그리고 본 연구의 아미노산 조성은 감귤 부산물을 급여한 토종 닭고기의 아미노산 조성이 가슴살은 20.35~20.80%, 다리살은 16.12~

Table 6. Amino acid composition of chicken meat (%)

Items	Breast		Thigh	
	CP-0[1)]	CP-1[2)]	CP-0	CP-1
Asp	2.04±0.35[3)a4)]	2.05±0.12[a]	1.55±0.35[b]	1.54±0.49[b]
Thr	0.89±0.01[a]	0.87±0.01[a]	0.71±0.03[b]	0.65±0.02[b]
Ser	0.84±0.01[a]	0.86±0.00[a]	0.66±0.02[b]	0.66±0.02[b]
Glu	3.34±0.04[a]	3.34±0.02[a]	2.73±0.06[b]	2.69±0.07[b]
Pro	0.71±0.04	0.66±0.02	0.67±0.05	0.61±0.04
Gly	0.94±0.04[a]	0.93±0.02[a]	0.80±0.06[b]	0.82±0.04[b]
Ala	1.31±0.01[a]	1.33±0.02[a]	1.00±0.07[b]	1.04±0.03[b]
Val	1.22±0.01[a]	1.23±0.03[a]	0.92±0.02[b]	0.95±0.05[b]
Leu	1.69±0.01[a]	1.73±0.03[a]	1.33±0.11[b]	1.34±0.04[b]
Ile	1.15±0.01[a]	1.14±0.02[a]	0.92±0.01[b]	0.88±0.05[b]
Tyr	0.73±0.01[a]	0.72±0.01[a]	0.57±0.03[b]	0.54±0.05[b]
Phe	0.85±0.01[a]	0.72±0.18[ab]	0.68±0.01[b]	0.65±0.04[b]
His	1.00±0.05[a]	1.01±0.02[a]	0.66±0.06[b]	0.62±0.01[b]
Lys	2.07±0.04[a]	2.05±0.02[a]	1.54±0.02[b]	1.47±0.15[b]
Arg	1.46±0.01[a]	1.47±0.00[a]	1.11±0.02[b]	1.14±0.01[b]
Met	0.75±0.04[a]	0.77±0.04[a]	0.55±0.02[b]	0.59±0.04[b]
Cys	0.23±0.02[a]	0.23±0.01[a]	0.16±0.02[b]	0.17±0.02[b]
Total	20.9±0.4[a]	21.0±0.2[a]	16.2±0.3[b]	16.0±0.6[b]

[1~4)]The same as in Table 3.

Table 7. Free amino acid content of chicken meat (ppm)

Items	Breast		Thigh	
	CP-0[1)]	CP-1[2)]	CP-0	CP-1
Phosphoserine	36±4[3)ab4)]	45±12[a]	30±3[b]	29±2[b]
Taurine	83±16[b]	77±7[b]	644±68[a]	590±18[a]
L-Thr	132±28	123±21	93±21	87±20
L-Ser	150±8	151±18	138±17	153±23
L-Glu	156±18[c]	167±53[bc]	234±15[a]	187±4[b]
L-Gly	119±36[ab]	99±7[b]	148±10[a]	141±8[a]
L-Ala	210±13	226±32	202±17	217±15
L-Val	81±19[a]	88±29[a]	60±3[ab]	52±6[b]
L-Pro	136±22	143±16	140±19	165±24
L-Asp	55±6	62±15	57±6	47±3
L-Leu	111±17[a]	118±27[a]	71±3[b]	70±8[b]
L-Ile	70±19[a]	65±14[a]	42±4[b]	37±4[b]
L-Tyr	85±15[a]	100±11[a]	49±6[b]	45±9[b]
L-Ornithine	388±34[a]	408±34[a]	218±25[b]	240±27[b]
1-M-L-His	72±21	74±9	58±13	66±2
3-M-L-His	43±1	43±16	48±8	43±6
DL-β-Amino isobutyric acid	51±9[ab]	51±6[ab]	42±3[b]	62±9[a]
Total	1,876±143[b]	1,920±153[ab]	2,164±96[a]	2,142±103[ab]

[1~4)]The same as in Table 3.

17.10%라고 보고한 Yang 등[26]의 결과와 유사하였으나 유리아미노산 함량의 경우 가슴살은 그들의 결과보다 높지만 다리살은 낮은 경향이었다. 따라서 정미성분인 유리아미노산 함량은 품종이나 사육조건 등에 따라서 다르다는 것을 알았으며, 같은 개체라도 부위에 따라 다른 것을 확인하였다.

닭고기의 지방산 조성

닭고기의 지방산 조성을 실험하고 그 결과를 Table 8에 나타내었다. 가장 많이 함유된 포화지방산은 palmitic acid ($C_{18:0}$)였으며, 함량은 22.165~23.924%로 감귤껍질 급여나 부위에 따른 유의한 차이가 없었다. 그리고 많이 함유된 불포화지방산은 oleic acid ($C_{18:1}$)였는데, 가슴살은 38.415~39.097%, 다리살은 40.329~41.305%로 감귤껍질 급여의 영향은 없었으나 다리살이 가슴살보다 유의하게 높았다($p<0.05$). 그 다음은 linoleic acid ($C_{18:2}$) 16.909~17.878%, palmitoleic acid ($C_{16:1}$) 4.871~6.113%였지만 감귤껍질 급여와 부위에 의한 차이는 없었다. 포화지방산 : 불포화지방산의 비율인 SFA : USFA는 가슴살 CP-0 및 CP-1이 각각 34.937 : 66.567 및 33.037 : 66.966이고, 다리살은 각각 33.222 : 66.799 및 31.990 : 66.895로 감귤껍질을 급여한 닭고기의 불포화지방산 함량이 조금 높았다. 닭고기의 지방산 조성은 포화지방산은 palmitic acid가 가장 높고, 불포화지방산은 oleic acid가 가장 높다는 Shin 등[19]의 결과와 일치하는 경향이었다. 그리고 감귤껍질 급여가 각각의 지방산 조성에는 영향을 미치지 않았지만 전체 포화지방산과 불포화지방산 조성에서는 감귤껍질 첨가 닭고기가 영향을 일부 미친 것은 급여되는 사료의 지방산 조성이 영향을 미친 것으로 해석된다[9]. 이상의 결과에서 감귤껍질을 닭의 사료에 첨가하였을 때에 닭고기 내에 무기질 함량을 높게 하고, 비타민 B_1 및 B_2를 증가시키며, 유리아미노산과 지방산의 조성을 긍정적으로 변화시켜 감귤껍질이 닭의 사료로서 본 실험에 첨가한 량으로 가능성이 인정되어 폐기되는 감귤껍질을 효과적으로 이용할 수 있는 계기를 마련하였다.

Table 8. Fatty acid composition of chicken meat (%)

Items	Breast		Thigh	
	CP-0[1)]	CP-1[2)]	CP-0	CP-1
$C_{14:0}$	0.674±0.055[3)]	0.578±0.117	0.737±0.032	0.699±0.045
$C_{15:1}$	1.724±0.105[a4)]	2.079±0.224[a]	0.627±0.189[b]	0.523±0.165[b]
$C_{16:0}$	23.673±0.681	22.165±0.658	23.924±0.292	23.617±0.431
$C_{16:1}$	5.439±0.066	4.871±1.120	6.113±0.801	5.931±0.307
$C_{17:0}$	0.118±0.012	0.144±0.004	0.151±0.024	0.138±0.017
$C_{17:1}$	0.109±0.014[b]	0.111±0.000[b]	0.157±0.002[a]	0.154±0.011[a]
$C_{18:0}$	7.294±0.769	6.707±0.435	6.604±0.388	6.939±0.516
$C_{18:1}$	38.415±1.294[b]	39.097±0.921[b]	40.329±1.456[ab]	41.305±0.617[a]
$C_{18:2}$	17.878±2.480	17.709±0.534	17.517±1.276	16.909±0.388
$C_{18:3}$	0.613±0.023[b]	0.633±0.031[b]	0.754±0.025[a]	0.762±0.054[a]
$C_{20:1}$	0.604±0.030[a]	0.553±0.004[b]	0.542±0.016[b]	0.551±0.018[b]
$C_{20:2}$	0.669±0.055[a]	0.780±0.103[a]	0.355±0.041[b]	0.357±0.039[b]
$C_{20:3}$	0.769±0.083[a]	0.816±0.042[a]	0.268±0.038[b]	0.268±0.052[b]
$C_{21:0}$	2.174±0.338[a]	2.243±0.120[a]	1.299±0.371[b]	1.124±0.407[b]
$C_{22:6}$	0.347±0.088[a]	0.317±0.002[a]	0.117±0.027[b]	0.135±0.040[b]
$C_{23:0}$	0.709±0.129[a]	0.855±0.019[a]	0.366±0.096[b]	0.344±0.111[b]
$C_{24:0}$	0.295±0.382[a]	0.345±0.021[a]	0.141±0.437[b]	0.129±0.040[b]
SFA:USFA[5)]	34.937:66.567	33.037:66.966	33.222:66.799	31.990:66.895

[1~4)]The same as in Table 3. [5)]Saturated fatty acid : unsaturated fatty acid

요 약

본 연구는 감귤껍질 첨가 사료를 급여한 닭고기의 성분조성을 검토하기 위하여 실시하였다. 닭고기는 초기, 중기 및 후기 모두 감귤껍질을 첨가하지 않은 육계용 배합사료로 사육한 CP-0, 그리고 초기(1~9일), 중기(10~24일) 및 후기(25~36일) 사료에 감귤껍질을 각각 1.0%, 1.5% 및 2.0%를 첨가하여 급여한 CP-1으로 구분하였다. 일반성분 및 열량은 감귤껍질 급여의 영향이 없었으나 콜레스테롤 함량은 CP-0보다 CP-1이 유의하게 낮았다($p<0.05$). K, P 및 Ca는 CP-1이 CP-0보다 함량이 높았으나 Na 및 Mg는 CP-0 및 CP-1 사이에 유의한 차이가 없었다. 비타민 A, xanthophyll, β-carotene, hesperidin 및 naringin은 감귤껍질 급여의 영향이 없었지만 비타민 B_1 및 B_2는 감귤껍질을 급여한 닭고기가 유의하게 높았다($p<0.05$). 아미노산 조성은 CP-0 및 CP-1 사이에 유의한 차이가 없었으며, 대부분의 유리아미노산도 유의한 차이가 없었으나 유리아미노산 중 L-glutamic acid는 CP-0가 CP-1보다 높았고, DL-β-amino isobutyric acid는 CP-1이 더 높았다($p<0.05$). 그리고 지방산 조성은 CP-0와 CP-1 사이에 유의한 차이가 없었다.

References

1. Anagnostopoulou, M. A., P. Kefalas, E. Kokkalou, A. N. Assimopoulou, and V. P. Papageorgiou. 2005. Analysis of antioxidant compounds in sweet orange peel by HPLC-diode array detection-electrospray ionization mass spectrometry. *Biomed. Chromatogr.* **19**, 138-148.
2. AOAC. 1997. *Official Methods of Analysis*. pp. 5-37, 17th eds., Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
3. Cambero, M. I., I. Seuss, and K. O. Honikel. 1992. Flavor compounds of beef broth as affected by cooking temperature. *J. Food Sci.* **57**, 1285-1290.
4. Chae, H. S., S. H. Cho, B. Y. Park, Y. M. Yoo, J. H. Kim, C. N. Ahn, J. K. Lee, Y. K. Kim, S. G. Yun, and Y. I. Choi. 2002. Comparison of chemical composition in different portions of domestics broiler meat. *Korean J. Poult. Sci.* **29**, 51-57.
5. Folch, J., M. Lee, and G. H. Sloane-Stanley. 1957. A simple metnod for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* **226**, 497-507.
6. Formica, J. V. and W. Regelson. 1995. Review of the biology of quercetin and related bioflavonoids. *Food Chem. Toxicol.* **33**, 1061-1080.
7. Garg, A., S. Garg, L. J. D. Zaneveld, and A. K. Singla. 2001. Chemistry and pharmacology of the citrus bioflavonoid hesperidine. *Phytother. Res.* **15**, 655-669.
8. Green, C. O., A. O. Wheatley, A. U. Osagie, E. Y. A. Morrison, and H. N. Asemota. 2001. Determination of polymethoxylated flavones in peels of selected Jamaica and Mexican citrus (*Citrus* spp.) cultivars by high-performance liquid chromatography. *Biomed. Chromatogr.* **21**, 48-54.
9. Hood, R. L. 1984. Cellular and biochemical aspects of fat deposition in the broiler chicken. *Poult. Sci.* **40**, 160-164.
10. Jung, I. C., Y. H. Moon, and S. J. Yang. 2007. Quality of Jeju island's indigenous pork fed dried citrus byproducts. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **36**, 228-232.
11. Korean Food & Drug Administration. 2002. *Food Code*. pp. 212-251, Munyoungsa, Seoul.
12. Kurita, O., T. Fujiwara, and E. Yamazaki. 2008. Characterization of the pectin extracted from citrus peel in the presence of citric acid. *Carbohydrate Polymers* **74**, 725-730.
13. Lanza, M., V. Fasone, V. Galofaro, D. Barbagallo, M. Bella, and P. Pennisi. 2004. Citrus pulp as an ingredient in ostrich diet: effects on meat quality. *Meat Sci.* **68**, 269-275.
14. Lee, H. J., B. S. Yoo, and S. Y. Byun. 2000. Differences in phenolic acids between Korean ginsengs and mountain ginsengs. *Korean J. Biotechnol. Bioeng.* **15**, 323-328.
15. Ma, Y. Q., J. C. Chen, D. H. Liu, and X. Q. Ye. 2009. Simultaneous extraction of phenolic compounds of citrus peel extract: Effect of ultrasound. *Ultrasonics Sonochemistry* **16**, 57-62.
16. Middleton Jr, E. 1998. Effect of plant flavonoids on immune and inflammatory cell function. *Adv. Exp. Med. Biol.* **439**, 175-182.
17. Nam, J. H., H. I. Song, C. K. Park, D. W. Kim, and I. C. Jung. 2002. Effects of ultrasonic treatment time on the quality and palatability of fried chicken meat. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **22**, 115-121.
18. Ranganna, S., V. S. Govindarajan, and K. V. R. Ramana. 1983. Citrus fruit-varieties, chemistry, technology, and quality evaluation. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* **18**, 313-386.
19. Shin, K. K., H. I. Park, S. K. Lee, and C. J. Kim. 1998. Studies on fatty acids composition of different portions in various meat. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **18**, 261-268.
20. SPSS. 1999. SPSS for windows Rel. 10.05. SPSS Inc., Chicago, USA.
21. Ting, S. V., R. L. Rouseff, M. H. Dougherty, and J. A. Attaway. 1986. Determination of some methoxylated flavones in citrus juices by high performance liquid chromatography. *J. Food Sci.* **44**, 69.
22. Vidua-Martos, M., Y. Ruiz-Navajas, J. Fernández-LÓpez, and J. Perez-Álvarez. 2008. Antibacterial activity of lemon (*Citrus lemon* L.), mandarin (*Citrus reticulata* L.), grapefruit (*Citrus paradisi* L.) and orange (*Citrus sinensis* L.) essential oils. *J. Food Safety* **28**, 567-576.
23. Xiong, Y. L., A. H. Cantor, A. J. Pescatore, S. P. Blanchard, and M. L. Straw. 1993. Variations in muscle chemical composition, pH, and protein extractability among eight different broiler crosses. *Poult. Sci.* **72**, 583-588.
24. Yáñez, J. A., C. M. Remsberg, N. D. Miranda, K. R. Vega-Villa, P. K. Andrews, and N. M. Davies. 2008. Pharmacokinetics of selectrd chiral flavonoids: Hesperetin, naringrnin and eriodictyol in rats and their content in fruit juices. *Biopharm. Drug Dispos.* **29**, 63-82.
25. Yang, S. J., I. C. Jung, and Y. H. Moon. 2007. Physicochemical properties and sensory characteristics of Korean native beef loin fed with citrus byproduct. *J. Life Sci.* **17**, 540-545.
26. Yang, S. J., I. C. Jung, and Y. H. Moon. 2008. Effects of feeding citrus by products nutritional components of Korean native chickens. *J. Life Sci.* **18**, 1369-1376.