ISSN : 1225-9918
Journal of Life Science **2010** Vol. 20. No. 9. 1358~1364 DOI : 10.5352/JLS.2010.20.9.1358

Effect of Citrus Byproduct on Quality and Fatty Acid Composition of Chicken Eggs

Yoon-Hee Moon and In-Chul Jung[1]*

Dept. of Food Science and Biotechnology, Kyungsung University, Busan 608-736, Korea
[1]Div. of Hotel Culinary Arts, Daegu Technical University, Daegu 704-721, Korea

Received June 12, 2010 / Accepted September 13, 2010

In this study, the effects of feeding citrus by-products on the quality and fatty acid compositions of chicken eggs were investigated. Two samples of chicken eggs were used for this study: T0 (eggs of chickens that were not fed citrus byproducts) and T1 (eggs of chickens that were fed 4% citrus byproducts). There was no statistically meaningful difference between T0 and T1 in terms of various properties, such as chemical composition, cholesterol content, minerals, vitamins, pigments, and total structural amino acid. The caloric content of the egg yolk was higher in T1 than in T0, and total free amino acid of egg albumin and egg yolk was higher in T1 than in T0 ($p<0.05$). There was a not significant difference in SFA:UFA ratio between T0 and T1, but the linolenic acid content was higher in T1 than in T0 ($p<0.05$). The results of this study show that citrus by-products can be used for feed for laying hens by adding them to general feed.

Key words : Citrus byproduct, chicken egg, egg quality, fatty acid composition

서 론

현대사회의 축산식품 소비 추세는 가격보다는 위생적으로 안전하면서 생리활성 효과를 갖는 축산물을 필요로 하고 있으며, 이에 따라 축산물 생산자 및 연구자들은 기능성 물질을 가축에게 급여하여 고품질의 축산물 생산 및 연구에 많은 노력을 기울이고 있다. 가축에게 급여할 수 있는 기능성 물질의 종류는 상당히 많이 제시되고 있지만 경제성을 고려하지 않을 수 없다. 따라서 농산식품 가공 후 발생하는 부산물을 이용하는 것은 경제성 및 환경오염 문제를 방지하는 차원에서도 중요시 된다. 이 중에서 착즙 후 폐기되어 온 감귤부산물은 기능성 소재로서 충분한 가치가 있는 것으로 알려져 있다. 감귤류는 대부분 주스로 소비되고 있는데[28], 착즙 후 폐기되는 껍질, 펄프, 씨 등의 부산물이 전체 과일 중량의 약 50%를 차지한다[20]. 특히 부산물은 과육보다 flavones, flavanones, flavonols, isoflavones, anthocyanins, flavanols 등의 flavonoid 류가 많이 함유되어 있고[23,30], 대표적인 것이 nariningin과 hesperidin이다[14]. 이들은 항균, 항산화, 항혈소판, 항고혈압, 항바이러스, 항알러지, 항궤양, 항종양, 항염증, 항동맥경화증, 항간독성 활성, 항당뇨, 혈중 지방감소 등에 효과가 있다[1,25,31,33]. 그 외에도 가용성 당, 비타민, 펙틴, 유기산, 폴리페놀류 등이 함유되어 있어서[7,26] 식품가공의 방향제, 향수 및 화장품 제조에도 이용된다[4]. 특히 감귤류에 함유되어 있는 당과 pectin은 반추가축들이 쉽게 분해하기 때문에[24] 반추동물 사료로서의 이용도 가능하다[3].

감귤부산물을 가축에게 급여한 연구들이 국내외에서 일부 이루어졌는데, Villarreal 등[32]은 수송아지에게 감귤부산물을 급여하여 사료 섭취율, 소화율 및 pH에 대하여 연구하였으며, Lanza 등[17]은 타조에게 감귤부산물을 급여하여 일반성분, 품질, 지방산 조성 등을, Liva 등[19]은 젖소에게 급여하여 감귤부산물의 사료로서의 가능성을 연구하였다. 국내에서는 감귤부산물을 돼지에게 급여하여 성분조성, 물리화학적 특성 및 기호성 등[11,37], 한우에게 급여하여 영양성분, 이화학적 특성, 기호성 등[10,34], 닭에게 급여하여 성분조성, 이화학적 특성, 관능성 등[21,35]에 대하여 연구한 결과 감귤부산물이 사료로서의 이용이 가능하며 품질에도 긍정적인 영향을 미친 것으로 보고하고 있다. 그러나 감귤부산물을 닭에게 급여하고 그 닭이 생산한 계란의 품질에 대한 연구는 Yang 등[36]이 토종닭에게 감귤부산물을 급여한 연구가 유일하며, 그들은 감귤부산물을 급여한 계란 난황의 콜레스테롤 함량이 낮았다고 하였다. 이상의 연구들은 폐기되는 감귤부산물의 이용은 물론 기능성을 가진 건강 지향적인 축산물을 생산하여 부가가치를 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다. 그러므로 본 연구는 산란계의 사료에 감귤부산물을 첨가 급여함으로서 생산된 계란의 품질 및 지방산 조성을 파악하여 유휴자원의 이용 및 고품질의 계란을 생산할 목적으로 하였다.

재료 및 방법

재료 및 사료

산란계(*Lohmann brown*)는 제주도 북제주군 구좌읍 소재 H

***Corresponding author**
Tel : +82-53-560-3854, Fax : +82-560-3869
E-mail : inchul3854@hanmail.net

양계농장에서 사육하였다. 채란 할 때까지 일반 산란계 배합사료((주)서울사료)로 사육한 대조구(T0), 그리고 18주령까지 T0와 동일한 사료를 급여한 후 19주령부터 36주령까지 T0 사료에 (주)탐라사료에서 15~18 mesh까지 분쇄한 감귤부산물을 4% 첨가하여 사육한 감귤부산물 급여구(T1)로 구분하여 200수씩 3반복 공시하였다. 계란은 21주령부터 채란한 것을 실험에 이용하였다.

감귤부산물은 (주)롯데칠성 감귤 가공공장에서 감귤 농축액을 제조할 때 나오는 감귤껍질을 위주로 수거하였으며, 수분함량이 85~92%인 것을 50%까지 일광건조한 후 다시 수분함량이 15%되도록 송풍건조 하였다. 감귤부산물의 잔류농약은 검출되지 않았고, hesperidin 및 naringin 함량은 각각 52.6 및 12.5 mg/100 g이었으며, β-carotene 및 xanthophyll 함량은 각각 2.8 및 1.0 ppm이었다. 그리고 감귤껍질의 무기질 함량은 칼슘 10,799 ppm, 인 1,962 ppm, 칼륨 6,426 ppm, 나트륨 465 ppm, 마그네슘 1,656 ppm이 함유되어 있었으며, 사료의 원료배합비와 성분은 Table 1과 같다.

Table 1. Formulation and chemical composition of experiment diet

Formulation	T0[1)]	T1[2)]
Ingredient		
Corn	56.25	53.25
Soybean meal (44% crude protein)	19.26	22.83
Rapeseed meal	2.50	2.05
Wheat	6.50	5.21
Wheat bran	4.38	3.57
Dried citrus byproducts	-	4.00
Tallow (Animal fat)	1.00	0.82
Total crude protein	0.56	0.49
Limestone ($CaCO_3$)	8.78	7.18
Salt	0.20	0.18
DL-Methionine	0.04	0.04
L-Lysine	0.02	0.02
Vitamin premix[3)]	0.05	0.05
Mineral premix[4)]	0.01	0.01
Choline-(chloride)	0.06	0.06
Additive (Antibiotics)	0.30	0.15
Total	100	100
Chemical composition		
Dry matter	87.07	86.97
ME (kcal/kg)	2,692	2,658
Crude protein	14.72	15.01
Crude fat	2.82	2.71
Crude fiber	3.84	4.02
Crude ash	12.03	12.34
Calcium	3.44	3.11
Available phosphorus	0.37	0.31
Vitamin A	0.05	0.02
Vitamin B_1	0.02	0.04
Vitamin B_2	0.10	0.12
Methionine	0.31	0.32
Lysine	0.82	0.84

[1)]Eggs of chicken that were not fed with citrus byproducts.
[2)]Eggs of chicken that were fed with 4% citrus byproducts.
[3)]Contained per kg: Vit. A, 10,000,000 IU; Vit. D, 2,500,000 IU; Vit. E, 15,000 IU; Vit. K, 2,000 mg; Vit. B_1, 15,000 mg; Vit. B_2, 4,000 mg; Vit. B_6, 3,000 mg; Vit. B_{12}, 3,000 μg; niacin, 25,000 mg; folic acid, 5,000 mg; biotin, 12,000 mg; pantothenic acid, 10,000 mg; antioxidation, 6,000 mg.
[4)]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.

일반성분, 열량 및 콜레스테롤 함량

계란의 수분함량은 상압가열건조법[16], 조단백질은 단백질분석기(Tecator Kjeltec Auto 1030 Analyzer, Korea)로 분석하였으며, 조지방은 지방분석기(Soxtec system 1046, Sweden)를 이용하였고, 조회분은 직접회화법[16]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[17].

비타민, β-carotene 및 xanthophyll 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[16]. 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].

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 아미노산 분석기(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[22]. 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, Sweden)로 분석하였다. 사용된 column은 column 4151 series II (200 × 4.6 mm)이었으며, buffer를 이용하여 15 ml/min의 유속으로 용출시켰다[18].

지방산 조성

계란의 지질은 Folch 등[8]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

모든 실험결과들은 3회 반복 측정한 평균값을 이용하여 평균±표준편차로 나타내었으며, 통계처리는 SPSS 14.0 (statistical package for social sciences, SPSS Inc., Chicago II., USA)을 이용하였다. 실험군들 사이의 유의성은 $p<0.05$ 수준에서 one-way ANOVA를 실시한 후 유의한 차이가 있는 경우 $p<0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test로 시료들 사이의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

계란의 일반성분, 열량 및 콜레스테롤 함량

일반 산란계 배합사료로 사육한 계란(T0)과 산란계 사료에 건조 분쇄한 감귤껍질을 4% 첨가한 사료로 사육한 계란(T1)의 일반성분, 열량 및 콜레스테롤 함량은 Table 2와 같다. 난백 및 난황의 일반성분, 열량 및 콜레스테롤 함량은 유의한 차이가 없어서 감귤껍질 급여의 영향이 확인되지 않았다. 그리고 수분함량은 난백이 난황보다 유의하게 높았으나 조단백질, 조지방, 조회분, 열량 및 콜레스테롤 함량은 난황이 난백보다 유의하게 높았다. 일반성분과 열량에 대한 결과는 Yang 등[36]이 보고한 감귤부산물을 급여한 토종닭 계란의 결과와 유사하였으며, 콜레스테롤 함량은 그들의 결과인 1,168~1,207 mg/100 g보다 낮았는데 이것은 닭의 품종이 다르기 때문인 것으로 사료된다.

계란의 무기질 함량

난황의 무기질 함량은 Table 3과 같다. 난황의 인, 황, 칼륨, 칼슘 및 마그네슘은 T0 및 T1 사이에 함량의 차이가 없어서 감귤껍질 급여의 영향이 확인되지 않았다. 그러나 나트륨은 각각 519 및 541 ppm으로 감귤껍질을 급여한 것이 유의하게 높았다. 가장 많이 함유된 무기질은 인으로서 T0 및 T1이 각각 3,843 및 3,874 ppm이었고 그 다음으로 황, 칼륨, 칼슘, 나트륨 및 마그네슘의 순으로 함유되어 있었다. 본 연구를 위한 감귤껍질의 무기질 함량은 칼슘 10,799 ppm, 인 1,962 ppm, 칼륨 6,426 ppm, 나트륨 465 ppm, 마그네슘 1,656 ppm이 함유되어

Table 2. Chemical composition, calorie and cholesterol content of chicken egg

Items	Egg albumin		Egg yolk	
	T0[1)]	T1[2)]	T0	T1
Moisture (%)	89.2±0.3[3)a4)]	88.6±0.3[a]	55.0±0.5[b]	54.5±0.4[b]
Crude protein (%)	10.0±0.3[b]	10.5±0.3[b]	16.8±0.2[a]	17.0±0.2[a]
Crude fat (%)	0.1±0.0[b]	0.1±0.1[b]	26.7±0.3[a]	26.7±0.1[a]
Crude ash (%)	0.7±0.1[b]	0.8±0.1[b]	1.5±0.2[a]	1.8±0.1[a]
Calorie (kcal/kg)	571±7[c]	586±18[c]	3,640±23[b]	3,779±34[a]
Cholesterol (mg/100 g)	-	-	974±33	962±9

[1)]Eggs of chicken that were not fed with citrus byproducts.
[2)]Eggs of chicken that were fed with 4% citrus byproducts.
[3)]Mean±SD.
[4)]Values with different superscripts within the same row significantly different at $p<0.05$.

Table 3. Mineral content of chicken egg yolk (ppm)

Mineral	T0[1)]	T1[2)]
Phosphorus	3,843±62[3)]	3,874±22
Sulfur	1,471±15	1,496±9
Potassium	1,296±28	1,284±6
Calcium	1,053±25	1,101±12
Sodium	519±1	541±11
Magnesium	98±1	99±1

[1~3)]The same as in Table 2.

있었는데 실험결과 사양기간 중 감귤껍질에 함유된 무기질이 산란계의 계란으로 이행된 것을 확인하지 못하였다. 이러한 결과는 Kim 등[15]이 성게껍질을 산란계에 급여하였을 경우 성게껍질에 많이 함유된 칼슘이 계란으로 이행되었다는 결과와는 상반되었으나 Han 등[9]의 칼슘 공급원에 따른 계란의 칼슘 이용률이 차이가 없었다는 결과와는 유사하였다. 그러나 전체적인 무기질 함량은 감귤껍질을 급여한 것(T1)이 8,395 ppm이고, 대조구(T0)는 7,920 ppm으로 무기질이 미량으로 존재하는 물질인 것을 감안한다면 4%의 감귤껍질 급여가 계란의 무기질 함량을 증가시킬 수 있을 것으로 판단된다.

계란의 비타민 및 xanthophyll함량

감귤껍질을 급여한 난황의 비타민 및 xanthophyll 함량은 Table 4와 같다. 감귤껍질을 급여한 T1과 급여하지 않은 T0 사이에 비타민 A, E, B_1, B_2 및 xanthophyll 함량은 유의한 차이가 없어서 감귤껍질 급여의 영향은 확인할 수 없었다. 그리고 비타민 D, K 및 β-carotene은 검출되지 않아서 결과에 제시하지 않았다. Kang 등[13]은 사료에 함유된 비타민 A 및 E가 난황에 이행된다고 하였는데 본 연구의 결과 시료들 사이에 비타민 함량의 차이가 없는 것은 급여한 사료의 비타민 함량이 비슷하기 때문인 것으로 평가된다. 그리고 xanthophyll은 난황에 carotenoid의 축적정도를 결정하여 보기 좋은 황금색을 나타내는 역할을 하기 때문에[29] xanthophyll 함량이 높으면 소비자들의 선호도가 높아진다. 그러나 본 연구에 사용된 감귤껍질에는 1.0 ppm의 xanthophyll이 함유되어 있지만 사료에 첨가된 감귤껍질은 전체 사료의 4%로 적은 양이기 때문에 난황의 xanthophyll 함량에 영향을 미치지 않았으며, 난황의 색깔을 향상시키기 위해서는 감귤껍질 첨가량을 더 높일 필요가 있을 것으로 생각된다.

Table 4. Vitamin and pigment content of chicken egg yolk

Items	T0[1)]	T1[2)]
Vitamin A (mg/100 g)	2.56±0.06[3)]	2.30±0.18
Vitamin E (mg/100 g)	1.62±0.10	1.98±0.19
Vitamin B_1 (mg/100 g)	0.20±0.01	0.23±0.03
Vitamin B_2 (mg/100 g)	0.39±0.03	0.34±0.02
Xanthophyll (ppm)	15.28±0.83	14.82±0.14

[1~3)]The same as in Table 2.

계란의 아미노산 함량

감귤껍질을 급여한 난백의 아미노산 조성을 실험한 결과는 Table 5와 같다. T0 및 T1의 아미노산 총량은 10.33% 및 10.87%로 감귤껍질 급여의 영향은 확인되지 않았다. 난백의 아미노산 조성은 감귤껍질 급여에 관계없이 glutamic acid, aspartic acid 및 leucine이 가장 많이 함유되어 있었다. 그리고 필수아미노산인 threonine, valine, leucine, isoleucine, phenylalanine, lysine, methionine, histidine 및 arginine은 T0가 48.6%, T1이 50.4%를 나타내어 Yang 등[36]이 보고한 46.67~46.91% 보다 조금 높은 경향이었다.

난백 및 난황의 유리아미노산 함량은 Table 6과 같다. 난백 T0 및 T1의 유리아미노산 총량은 각각 34.80 및 38.69 ppm으로 T1이 유의하게 높았으며, 난황은 각각 1,373.12 및 1,916.4 ppm으로 감귤껍질을 급여한 T1이 유의하게 높아서 감귤껍질 급여가 유리아미노산의 함량에 영향을 미치는 것을 확인하였다. 난황의 유리아미노산 중 taurine, L-glycine, L-valine, L-leucine, L-isoleucine, L-tyrosine, L-phenylalanine, 1-M-L-histidine 및 L-histidine은 T1이 T0보다 높았으며, L-glutamic acid, L-proline 및 L-ornithine은 T0가 T1보다 높았으나 phosphoserine은 T0 및 T1 사이에 유의한 차이가 없었다. 유리아미노산은 식품의 맛을 내는 역할을 하는데[5], 본 연의 결과로서는 감귤껍질을 급여한 계란의 풍미가 더 우수할 것으로 예상되었으며, 감귤껍질의 어떤 성분이 유리아미노산의 함량을 높게 한 것인가에 대한 연구가 더 필요할 것으로 생각된다.

Table 5. Amino acid composition of chicken egg albumin (%)

Amino acids	T0[1)]	T1[2)]
Aspartic acid	1.09±0.09[3)]	1.19±0.03
Threonine	0.44±0.02	0.46±0.01
Serine	0.66±0.05	0.72±0.03
Glutamic acid	1.43±0.10	1.26±0.54
Proline	0.39±0.03	0.37±0.00
Glycine	0.38±0.03	0.41±0.01
Alanine	0.54±0.01	0.58±0.02
Valine	0.75±0.03	0.77±0.05
Isoleucine	0.55±0.02	0.60±0.02
Leucine	0.94±0.03	1.01±0.04
Tyrosine	0.42±0.02	0.45±0.01
Phenylalanine	0.65±0.03	0.70±0.01
Histidine	0.28±0.02	0.31±0.04
Lysine	0.68±0.09[b4)]	0.86±0.02[a]
Arginine	0.51±0.03	0.55±0.03
Methionine	0.22±0.01	0.22±0.01
Cystein	0.40±0.01	0.41±0.01
Total	10.33±0.51	10.87±0.27

[1~4)]The same as in Table 2.

Table 6. Free amino acid content of chicken egg (ppm)

Free amino acids	Egg albumin		Egg yolk	
	T0[1)]	T1[2)]	T0	T1
Phosphoserine	20.01±0.42[3)]	19.87±0.07	79.92±0.11[b4)]	81.86±0.28[a]
Taurine	-	-	16.71±0.01[b]	124.62±0.25[a]
L-Glutamic acid	-	-	78.58±0.54[a]	39.65±0.03[b]
L-Glycine	0.52±0.45	0.47±0.41	98.09±0.27[b]	132.72±0.73[a]
L-Valine	-	-	142.93±0.50[b]	185.72±1.38[a]
L-Proline	-	-	89.60±0.15[a]	79.83±0.67[b]
L-Isoleucine	-	-	72.16±0.18[b]	109.26±0.56[a]
L-Leucine	1.70±0.11[b]	3.44±0.00[a]	250.29±0.11[b]	307.48±5.74[a]
L-Tyrosine	-	-	110.62±1.13[b]	219.89±1.51[a]
L-Phenylalanine	-	-	125.95±1.14[b]	184.82±1.13[a]
L-Ornithine	12.57±0.79[b]	14.91±0.14[a]	127.65±0.12[a]	111.70±0.19[b]
1-M-L-Histidine	-	-	152.50±0.24[b]	288.92±0.34[a]
L-Histidine	-	-	28.12±0.01[b]	49.98±0.16[a]
Total	34.80±1.77[b]	38.69±0.07[a]	1,373.12±2.44[b]	1,916.45±2.11[a]

[1~4)]The same as in Table 2.

계란의 지방산 조성

계란 난황의 지방산 조성은 Table 7과 같다. T0 및 T1의 포화지방산:불포화지방산(SFA:USFA)의 비율은 각각 37.813:62.187 및 37.478:62.522로 감귤부산물 급여의 영향이 없었다. 가장 많이 함유된 포화지방산은 palmitic acid로 T0 및 T1이 각각 26.472% 및 26.357%이고, 불포화지방산은 oleic acid로 각각 43.580% 및 42.770%였으나 감귤부산물 급여에 의한 유의한 차이는 없었다. 대부분의 포화 및 불포화지방산 조성은 T0 및 T1 사이에 유의한 차이가 없었으나 magaric acid, magaroleic acid 및 linolenic acid는 T1이 T0보다 유의하게 높았다 ($p<0.05$). Samman 등[27]은 omega-3 지방산을 급여한 난황의 포화지방산:불포화지방산의 비율이 31.3:68.7로 대조구의 33.8:66.3 보다 포화지방산은 낮고 불포화지방산은 높다고 하였으며, Choi 등[6]은 DHA를 급여한 난황의 지방산조성은 DHA가 증가하고 palmitic acid가 감소한다고 보고하여서 본 연구의 결과와는 차이가 있었다. 그러나 이들은 산란계에 특정성분을 급여하였기 때문에 나타난 결과로 판단되며, Kang 등[12]이 케일과 명일엽 부산물을 급여한 난황의 포화지방산:불포화지방산의 비율이 31.44~32.19:68.56~67.81이고 대조구는 31.65:68.35로 부산물 첨가의 영향이 없었다는 결과와 유사하였다. 그리고 Yang 등[36]이 감귤부산물을 급여한 토종닭 계란의 포화지방산:불포화지방산의 비율이 37.946:62.054로 대조구의 38.349:61.651와 유의한 차이가 없었다는 결과와 일치하는 경향이었다. 이상의 결과에서 감귤부산물을 급여한 계란의 cholesterol 함량이 유의한 차이는 아니지만 대조구보다 낮은 수준을 유지하였고, 유리아미노산의 함량이 높았으며, linolenic acid 같은 불포화지방산 함량이 높아서 감귤부산물의 효과적인 처리와 기능성 계란의 생산이 가능할 것으로 사료된다.

Table 7. Fatty acid composition of chicken egg yolk (%)

Fatty Acids	T0[1)]	**T1[2)]**
Myristic acid $C_{14:0}$	0.378±0.004[3)]	0.396±0.044
Myristoleic acid $C_{14:1}$	0.084±0.002	0.087±0.008
Pentadecanoic acid $C_{15:0}$	0.068±0.004	0.075±0.008
cis-10-Pentadecenoic acid $C_{15:1}$	0.024±0.040	0.055±0.012
Palmitic acid $C_{16:0}$	26.472±0.032	26.357±0.844
Palmitoleic acid $C_{16:1}$	3.033±0.103	3.126±0.079
Magaric acid $C_{17:0}$	0.175±0.008[b4)]	0.198±0.008[a]
Magaroleic acid $C_{17:1}$	0.142±0.016[b]	0.178±0.012[a]
Stearic acid $C_{18:0}$	8.582±0.127	8.282±0.147
Oleic acid $C_{18:1}$	43.580±0.752	42.770±0.610
Linoleic acid $C_{18:2}$	13.811±0.119	14.789±2.285
γ-Linolenic acid $C_{18:3n6,9,12c}$	0.103±0.004	0.115±0.008
Linolenic acid $C_{18:3}$	0.255±0.008[b]	0.301±0.016[a]
Eicosenoic acid $C_{20:1}$	0.302±0.028	0.281±0.024
Eicosadienoic acid $C_{20:2}$	0.211±0.008	0.139±0.075
Eicosatrienoic acid $C_{20:3}$	0.167±0.008	0.174±0.018
Heneicosanoic acid $C_{21:0}$	1.914±0.092	1.917±0.071
Docosahexaenoic acid $C_{22:6}$	0.474±0.024	0.507±0.059
Tricosanoic acid $C_{23:0}$	0.163±0.024	0.198±0.040
Lignoceric acid $C_{24:0}$	0.060±0.008	0.055±0.035
SFA:UFA[5)]	37.813:62.187	37.478:62.522

[1~4)]The same as in Table 2.

[5)]Saturated fatty acid : Unsaturated fatty acid

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. Bampidis, V. A. and P. H. Robinson. 2006. Citrus by-products as ruminant feeds: a review. *Anim. Feed Sci. Technol*. **128**, 175-217.
4. Bousbia, N., M. A. Vian, M. A. Ferhat, B. Y. Meklati, and F. Chemat. 2009. A new process for extraction of essential oil from citrus peels: Microwave hydrodiffusion and gravity. *J. Food Eng*. **90**, 409-413.
5. 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.
6. Choi, S. W., I. K. Paik, and B. S. Park. 2004. Effect of dietary supplementation of fresh water algae euglena on the performance and egg quality and fatty acid composition of egg yolk in laying hens. *Korean J. Poult. Sci*. **31**, 283-291.
7. Einhorn-Stoll, U. and H. Kunzek. 2009. Thermoanalytical characterization of processing-dependent structural changes and state transitions of citrus pectin. *Food Hydrocol*. **23**, 40-52.
8. Folch, J., M. Lee, and G. H. Sloane-Stanley. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* **226**, 497-507.
9. Han, I. K., K. H. Lee, S. J. Lee, T. H. Kang, and K. Kwon. 1981. Studies on the nutritive values of various calcium supplements in laying hen diet; 1. Comparative studies on the nutritive values of oyster shell, limestone and calcitic limestone. *Korean J. Anim. Sci.* **23**, 193-198.
10. Jung, I. C., S. J. Yang, and Y. H. Moon. 2007. Feeding Effects of citrus by-product TMR forage on the nutritional composition and palatability of Hanwoo loin. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr*. **36**, 578-583.
11. Jung, I. C., Y. H. Moon, and S. J. Yang. 2006. Effect of feeding of citrus by-product on the physicochemical properties and palatability of pork loin during growing period. *J. Life Sci*. **16**, 1164-1168.
12. Kang, H. K., G. H. Kang, D. W. Kim, S. J. Lee, and S. H. Kim. 2008. Effect of peel and whole crop of kale and *Angelica keiskei* Koidz on fatty acid composition and quality of eggs. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour*. **28**, 645-650.
13. Kang, K. R., K. T. Nham, B. S. Min, and C. W. Kang. 1994. Effects of dietary vitamin A and E on their transference to chicken eggs and changes in egg contents with feeding time. *Korean J. Anim. Nutr. Feed.* **18**, 240-248.
14. Kawaii, S., Y. Tomono, E. Katase, K. Ogawa, and M. Yano. 1999. Quantization of flavonoid constituents in citrus fruits. *J. Agric. Food Chem*. **47**, 3565-3571.
15. Kim, K. E., Y. J. Jeong, O. M. Kim, N. Y. Park, and K. H. Lee. 2002. Effect of sea urchin shell on egg quality. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **31**, 373-377.
16. Korean Food & Drug Administration. 2002. *Food Code*. pp. 212-251, Munyoungsa, Seoul.
17. 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.
18. 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.
19. Liva, E., M. B. Hall, and H. H. Van Horn. 2000. Performance of dairy cattle fed citrus pulp or corn products as sources of neutral detergent-soluble carbohydrates. *J. Dairy Sci*. **83**, 2866-2875.
20. Ma, Y. Q., J. C. Chen, D. H. Liu, and X. Q. Ye. 2009. Simultaneous extraction of phenolic compounds of citrus peel extracts: Effect of ultrasound. *Ultrason. Sonochem*. **16**, 57-62.
21. Moon, Y. H. and I. C. Jung. 2009. Effect of feeding of citrus by-products on physicochemical and sensory characteristics of chicken meat. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr*. **38**, 766-772.
22. 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.
23. Peterson, J. M. S. and J. Dwyer. 1998. Flavonoids: dietary occurrence and biochemical activity. *Nutr. Res.* **18**, 1995-2018.
24. Piquer, O., L. Ródenas, C. Casado, E. Blas, and J. J. Pascual. 2009. Whole citrus fruit as an alternative to wheat grain or citrus pulp in sheep diet: Effect on the evolution of ruminal parameters. *Small Ruminant Res*. **83**, 14-21.
25. Purushotham, A., M. Tian, and M. A. Belury. 2009. The citrus fruit flavonoid naringenin suppresses hepatic glucose production from Fao hepatoma cells. *Mol. Nutr. Food Res*. **53**, 300-307.
26. Salman, H., M. Bergman, M. Djaldetti, J. Orlin, and H. Bessler. 2008. Citrus pectin affects cytokine production by human peripheral blood mononuclear cells. *Biomed. Pharmacother*. **62**, 579-582.
27. Samman, S., F. P. Kung, L. M. Carter, M. J. Foster, Z. I. Ahmad, J. L. Phuyal, and P. Petocz. 2009. Fatty acid composition of certified organic, conventional and omega-3 eggs. *Food Chem*. **116**, 911-914.
28. Senevirathne, M., Y. J. Jeon, J. H. Ha, and S. H. Kim. 2009. Effective drying of citrus by-product by high speed drying: A novel drying technique and their antioxidant activity. *J. Food. Eng*. **92**, 157-163.
29. Son, M. J., S. H. Kim, B. D. Lee, Y. P. Lim, and G. H. An. 2008. Effect of dietary supplementation of astax-

anthin and capxanthin on the pigmentation of egg yolk. *Korean J. Poult. Sci.* **35**, 219-224.
30. Vafeiadou, K., D. Vauzour, H. Y. Lee, A. Rodriguez-Mateos, R. J. Williams, and J. P. E. Spencer. 2009. The citrus flavanone naringenin inhibits inflammatory signalling in glial cells and protects against neuroinflammatory injury. *Arch. Biochem. Biophys*. **484**, 100-109.
31. 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.
32. Villarreal, M., R. C. Cochran, A. Rojas-Bourrillón, O. Murillo, H. Muñoz, and M. Poore. 2006. Effect of supplementation with pelleted citrus pulp on digestibility and intake in beef cattle fed a tropical grass-based diet (*Cynodon nlemfuensis*). *Anim. Food Sci. Technol*. **125**, 163-173.
33. Yáñez, J. A., C. M. Remsberg, N. D. Miranda, K. R. Vega-Villa, P. K. Andrews, and N. M. Davies. 2008. Pharmacokinetics of selected chiral flavonoids: Hesperidin, naringenin and eriodictyol in rats and their content in fruit juices. *Biopharm. Drug Dispos*. **29**, 63-82.
34. Yang, S. J., I. C. Jung, and Y. H. Moon. 2007. Physicochemical properties and sensory characteristics of Korean native beef loin fed with citrus by-product. *J. Life Sci*. **17**, 540-545.
35. Yang, S. J., I. C. Jung, and Y. H. Moon. 2008. Effects of feeding citrus by-products on nutritional components of Korean native chickens. *J. Life Sci*. **18**, 1369-1376.
36. Yang, S. J., I. C. Jung, and Y. H. Moon. 2008. Effects of feeding citrus by-products on nutritional properties of Korean native chicken eggs. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr*. **37**, 841-846.
37. Yang, S. J., S. M. Koh, T. I. Yang, I. C. Jung, and Y. H. Moon. 2006. Feeding effect of citrus by-product on the quality of cross-bred black pig in Jeju island. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr*. **35**, 897-902.

초록 : 감귤부산물의 급여가 계란의 품질 및 지방산 조성에 미치는 영향

문윤희 · 정인철[1]*
(경성대학교 식품생명공학과, [1]대구공업대학 호텔외식조리계열)

본 연구는 감귤부산물을 급여한 계란의 품질 및 지방산조성에 미치는 영향을 검토하기 위하여 실시하였다. 계란은 감귤부산물을 급여하지 않은 것(T0)과 급여한 것(T1)으로 하였다. 난백과 난황의 일반성분, 콜레스테롤, 무기질, 색소 및 총아미노산은 T0 및 T1 사이에 유의한 차이가 없었다. 난황의 열량은 T1이 T0보다 높았으며, 난백 및 난황의 유리아미노산 총량은 T1이 T0보다 유의하게 높았다($p<0.05$). 난황의 포화지방산:불포화지방산의 비율은 T0 및 T1 사이에 차이가 없었으나 linolenic acid는 T1이 T0보다 유의하게 높았다($p<0.05$). 이상의 결과에서 감귤부산물은 산란계의 사료에 첨가하여 급여할 수 있으며, 감귤부산물의 처리방법이 될 수 있다.