

조리방법에 따른 계육의 부위별 지용성 성분의 변화: 지방산, 비타민 A, 비타민 E

— 연구노트 —

박서연¹ · 장혜림¹ · 이종현¹ · 황명진¹ · 이준수² · 최용민³ · 이상훈³ · 황진봉⁴ · 서동원⁴ · 남진식^{1,5}

¹수원여자대학교 식품분석연구센터, ²충북대학교 식품공학과

³농촌진흥청 국립농업과학원 기능성식품과, ⁴한국식품연구원 식품분석센터

⁵수원여자대학교 식품영양과

Changes in Fat-Soluble Components (Fatty Acids, Vitamin A, and Vitamin E) of Different Parts of Chicken by Different Cooking Methods

Seo-Yeon Park¹, Hye-Lim Jang¹, Jong-Hun Lee¹, Myung-Jin Hwang¹, Junsoo Lee², Youngmin Choi³,
Sang Hoon Lee³, Jingbong Hwang⁴, Dongwon Seo⁴, and Jin-Sik Nam^{1,5}

¹Food Analysis Research Center and ⁵Department of Food and Nutrition, Suwon Women's University

²Department of Food Science and Biotechnology, Chungbuk National University

³Functional Food & Nutrition Division, National Institute of Agricultural Science, RDA

⁴Department of Food Analysis, Korea Food Research Institute

ABSTRACT The effects of two cooking methods (grilling and boiling) on fat content, fatty acid composition, vitamin A, and vitamin E levels of chicken (breast, wing, thigh, and leg) were investigated. Cooking loss was in the range of 19.09~41.17%, and grilled chicken showed higher cooking loss than boiled chicken in all parts except the thigh. All treatments enhanced fat content except boiled chicken breast. Fatty acid contents of chicken significantly increased or decreased after heat treatments ($P<0.05$). Grilled wing showed the highest levels of saturated (SFA) and unsaturated fatty acids (UFA), and the highest UFA/SFA ratio was detected in boiled thigh. The highest content of trans fatty acids was detected in boiled wing (137.67 mg/100 g), although no significant difference with grilled wing ($P>0.05$), and trans fatty acids in breast was not detected. The content of vitamin A tended to decrease with heating in all chicken parts, whereas the content of vitamin E varied depending on the part and cooking method. In other words, vitamin E content of wing decreased after cooking, whereas contents of thigh and leg significantly increased after cooking ($P<0.05$). These results are helpful for choosing the best cooking method according to the part of the chicken for proper consumption of fats and vitamins.

Key words: cooking method, chicken, fat, fatty acid composition, vitamin

서 론

육류의 지방 함량 및 지방산 조성은 인간의 건강과 밀접한 관계를 가지고 있으며, 식육의 품질과 영양가를 결정짓는 중요한 요인 중 하나이다(1). 세포막 조직의 인지질로 들어간 포화지방과 트랜스지방은 시스형지방보다 단단한 세포막을 형성하여 막에 존재하는 수용체나 효소의 작용을 방해한다(2). 즉 트랜스지방은 혈류로부터 콜레스테롤을 제거할 수 있는 막 수용체 기능을 감소시킴으로써 혈청 콜레스테롤의 농도를 증가시킬 수 있다. 다양한 연구에서 트랜스지방산

의 섭취는 관상동맥 질환 또는 심혈관계 질환을 초래하거나 악화시키며, 인슐린 저항성을 올릴 가능성이 높고 체내 염증 반응을 증가시켜 여러 질환의 위험인자가 된다고 보고하였다(3,4).

국민의 식생활이 서구화되면서 지방으로부터 얻는 에너지의 비율은 2008년 18%에서 2015년 21%로 증가한 반면, 미량성분인 비타민과 무기질 등은 섭취가 부족한 실정이다(5). 지용성 비타민 중 하나인 비타민 A는 상피세포 분화에 도움을 주는 성분으로 시력 증진, 항염증 작용, 면역체계 유지와 유전자 발현 등에 관여하며, 결핍 시 야맹증과 면역력 약화 등의 증상이 나타난다(6). 비타민 E는 세포막에 존재하여 생체막을 보호하는 역할을 하며, 동맥경화증을 예방하여 뇌졸중, 심장질환 등의 위험을 감소시키는 역할을 한다고 알려져 있다(7,8).

백색육인 닭고기는 돼지고기나 쇠고기와 같은 적색육에

Received 24 July 2017; Accepted 6 September 2017

Corresponding author: Jin-Sik Nam, Department of Food and Nutrition, Suwon Women's University, Hwaseong, Gyeonggi 18333, Korea

E-mail: jnsnam@swc.ac.kr, Phone: +82-31-290-8216

비해 콜레스테롤과 지방 함량이 적고 열량은 낮은 반면에 단백질 함량은 높다. 이에 따라 굽기, 삶기, 튀기기 등 다양한 조리과 가공으로 닭고기의 소비가 점차 증가하고 있으며, 실제로 2015년 국민건강영양조사에서 육류 중 다소비식품 2위를 차지하는 것으로 조사되었다(9,10). 일반적으로 닭고기는 가열조리 후 섭취되며, 가열조리 시 일어나는 열원의 직·간접적인 접촉은 수분, 단백질 및 지질의 변화 등을 일으켜 독특한 맛과 향기 및 조직감을 부여한다(11). 가열조리방법 중 가장 높은 온도에서 조리하는 방법인 굽기는 식품 표면 단백질의 응고로 자체의 성분 용출이 적어 고유의 맛을 유지할 수 있으며, 수분을 열전달 매체로 하는 삶기는 굽기에 비해 낮은 온도로 오랜 시간 조리하여 근원섬유단백질의 경화를 최소화할 수 있다(12).

식육의 열처리방법에 따른 영양성분 및 이화학적 특성 변화에 관한 선행연구는 다양하게 수행되었다. 가열조리방법에 따른 돼지고기 목심의 이화학적 특성 변화(11), 가열 기구에 따른 조리방법이 닭고기의 품질특성에 미치는 영향(12), 조리방법이 새끼 당나귀 육질의 향미성분에 미치는 영향(13), 고압 및 고열에 의한 오리고기의 품질 변화(14), 조리방법에 따른 닭고기 육포의 품질특성 변화(15) 등이 보고되고 있으나 계육에 있어 조리방법에 따른 부위별 차이를 확인할 수 없었으며, 지방산, 비타민 A 및 비타민 E와 같은 지용성 성분에 대한 연구는 미미한 것으로 조사되었다. 따라서 본 연구에서는 조리방법에 따른 계육의 지방 및 지방산, 비타민 A와 E의 함량을 부위별로 조사하였으며, 조리 전후의 함량을 비교하여 가열에 따른 특성을 분석함으로써 부위에 따른 계육의 조리법을 선택하는 데 도움을 주고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료 및 시약

본 실험에 사용된 계육은 경기도 수원시 대형마트에서 구입한 냉장제품으로 농림축산식품부 고시(제2013-109호)에 따라 가슴살(breast), 날개살(wing), 넓적다리살(thigh), 아랫다리살(leg)의 4가지 부위로 구분한 다음 사용하였다.

실험에 필요한 ethanol, ether, petroleum ether, chloroform, toluene, HCl, pyrogallol, KOH, NaCl, hexane, ethyl acetate, MgSO₄ 및 isopropanol은 Samchun Chemical Co.(Gyeonggi, Korea)에서 구입하였으며, isooctane은 J.T. Baker(Phillipsburg, NJ, USA)로부터 구입하였다. BF₃-methanol, BHT(butylated hydroxytoluene), 레티놀(retinol) 및 토코페롤 표준품(α -, β -, γ -, δ -tocopherols)은 Sigma-Aldrich Co.(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였다. 내부표준용액으로 사용된 triundecanoin은 Nu Chek Prep(Elysian, MN, USA)로부터, 표준품인 fatty acid methyl ester는 Supelco Co.(Bellefonte, PA, USA)에서 구입하여 사용하였다.

조리방법

계육은 굽기(grilling)와 삶기(boiling)의 2가지 조리법을 수행하였다. 두께 약 1.5 cm로 자른 계육을 실험에 사용하였으며, 조리방법별로 약 480~500 g의 시료를 한 번에 조리하였다. 굽기의 경우 280°C로 예열된 오븐(C3-128, MIBE, Arnstein, Germany)에 시료를 넣고 25~30분 동안 가열한 후 온도를 낮춰 200°C에서 15~20분 동안 구운 다음 뒤집어서 280°C에서 15분 동안 가열하였다. 삶기는 조리용 알루미늄 냄비에 시료 중량 3배수의 증류수를 넣고 5~20분 동안 삶아 익혀주었다. 시료 표면의 색이 바뀔 때까지 육안으로 관찰하면서 시료를 가열하였고, 이때 부위별로 중심 내부 온도를 측정하여 중심내부온도가 74°C에 도달할 때까지 조리하였다. 원재료와 조리된 시료는 영양소의 손실을 최소화하기 위해 잘게 마쇄하여 폴리에틸렌 필름으로 합기 포장하고 -70°C에 보관하면서 실험에 사용하였다.

가열감량 측정

조리방법에 따른 부위별 계육의 가열감량은 가열조리 전의 시료 무게와 가열 후 무게를 측정하여 산출하였으며, 시료 단위중량에 대한 가열에 의한 손실량의 백분율(%)로 나타내었다.

조지방 정량

조지방의 함량은 식품공전(16)에 따라 분석하였다. 시료 2~5 g을 취하여 ethanol 2 mL와 HCl 10 mL를 첨가하여 혼합한 후 70~80°C의 항온수조에서 20~40분간 가온하였다. 그 후 ethanol 10 mL를 가하고 식힌 다음 지방 추출관에 내용물을 옮겨 ether 25 mL를 첨가해 가볍게 혼합한 다음 ether 증기를 날려 보내기 위해 마개를 열었다가 다시 닫아 강하게 10분 동안 진탕하였다. 이 액에 petroleum ether 25 mL를 첨가하여 10분간 더 진탕한 후 정지시켰다. 투명한 상층액을 미리 항량을 구해 놓은 농축 수기에 취하여 petroleum ether와 ether를 각각 15 mL씩 가하여 위와 같은 조작을 3회 반복하였다. 추출액을 농축한 다음 90°C dry oven(OF-22GW, Jeio Tech Co., Daejeon, Korea)에 넣어 건조시켰으며, 건조한 수기 무게에서 수기의 항량을 감하여 조지방 함량을 산출하였다.

Gas chromatography를 이용한 지방산 함량 및 조성 분석

지방산 함량 및 조성은 식품공전의 지방산 제2법(16)에 따라 gas chromatography(GC, Agilent 7890A, Agilent Technologies, Avondale, PA, USA)를 이용하여 분석하였다. 시료에서 지방을 추출하기 위해 일정량의 시료를 마조니아관에 취하여 내부표준물질(ISTD)인 1 mg/mL 농도의 triundecanoin(C11 :0, dissolved in isooctane)과 pyrogallol을 각각 2 mL 첨가한 후 마개를 밀봉하여 70~80°C에서 40분간 중탕하여 추출하였다. 실온에 약 1시간 동안 방치하여 냉각시킨 다음 ether와 petroleum ether를 각각 25 mL

씩 첨가하여 5분 동안 충분히 혼합하였다. 상층액이 맑아질 때까지 1시간 이상 정치한 후 ether 혼합 추출용매로 마개를 씻은 다음 여과지에 여과하였고, 질소농축기(TurboVap, Caliper Life Sciences, Hopkinton, MA, USA)를 이용하여 35~40°C에서 용매를 제거하였다. 여기에 2~3 mL의 chloroform과 ether를 넣고 녹인 다음 15 mL의 시험관으로 옮겨 분무식시험관농축기(MGS-2200, Eyela, Tokyo, Japan)를 사용하여 농축하였다. 농축된 지방에 7% BF₃-methanol 2 mL와 toluene 1 mL를 가하여 혼합한 후 100°C에서 45분간 가열한 다음 냉각하였고, 증류수 5 mL와 isoctane 1 mL, Na₂SO₄ 1 g을 첨가하여 진탕하고 정치한 후 분리된 상층액을 탈수·여과하여 시험용액으로 하였다. 분석을 위해 SPTM 2560 column(100 m×0.25 mm×0.2 μm, Supelco Co.)에 주입하였으며, flame ionization detector(FID)로 검출하였다. 오븐 온도는 170°C에서 15분간 유지한 다음 180°C까지는 1°C/min으로 온도를 상승시켜 15분간 유지한 후에 245°C까지 3°C/min으로 증가시켜 13분간 유지시켰다. 운반가스인 질소의 유속은 0.75 mL/min, injector 온도는 225°C, detector 온도는 285°C로 설정하였다. 지방산의 정량은 표준지방산의 머무름 시간과 피크의 면적을 이용하였으며, 메틸화된 지방산의 계산은 FID 전환계수(FID conversion factor, Ri)를 이용하여 산출하였다.

비타민의 정량

비타민 A와 E의 함량을 측정하기 위해 시료 약 2~5 g을 취하여 6% pyrogallol-ethanol 용액 20 mL를 가해 10분간 추출하였다. 약 7~8 mL의 60% KOH를 첨가하여 혼합한 후 질소로 1분간 수세한 다음 냉각기를 부착하여 70°C의 수욕상에서 1시간 동안 비누화시켰다. 비누화시킨 시료를 냉각하여 2% NaCl 20 mL와 25 mL의 추출용매(0.01% BHT in hexane : ethyl acetate=85:15, v/v)를 첨가한 후 진탕하여 상층액을 회수하였고, 이를 3번 반복하여 추출하였다. 추출액을 MgSO₄로 탈수하였으며, 100 mL의 volumetric flask로 정용하여 hexane에 녹인 후 HPLC(Agilent 1200 series, Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA)로 분석하였다. 칼럼은 Merck사(Darmstadt, Germany)의 Lichrosorb 100 Diol column(250 mm×4.6 mm i.d., 10 μm)을 사용하였으며, 온도는 25°C로 유지하면서 20 μL를 주입하여 분석하였다. 비타민 A를 분석하기 위해 hexane에 녹인 5% isopropanol 용액을 분당 1.0 mL 속도로 흘려주었으며, 형광검출기(fluorescence detector)를 이용하여 excitation과 emission 파장을 각각 326, 470 nm로 고정시킨

후 측정하였다. 비타민 E의 분석은 1.1% isopropanol을 함유한 hexane을 1.0 mL/min으로 흘려주면서 분석하였으며, 형광검출기(excitation 290 nm, emission 320 nm)로 측정하였다.

통계처리

모든 결과는 3회 이상의 반복 실험에 대한 평균과 표준편차로 나타내었다. 실험 결과에 대한 통계처리는 SPSS 프로그램(Ver 10.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 통해 분산분석(one-way ANOVA)을 실시하여 각 부위에 따른 유의성을 확인한 후, Duncan's multiple range test로 $P < 0.05$ 수준에서 사후검증을 실시하였다.

결과 및 고찰

조리방법에 따른 계육의 가열감량

조리방법(굽기, 삶기)에 따른 계육의 가슴살(breast), 날개살(wing), 넓적다리살(thigh) 및 아랫다리살(leg)의 가열감량을 분석한 결과는 Table 1에 나타내었다. 가열감량은 19.09~41.17%의 범위를 보였으며, 넓적다리살을 제외한 모든 부위에서 굽기가 삶기보다 높은 가열감량을 나타내었다. 조리방법에 따라 굽기에서는 가슴살이 41.17%, 삶기는 넓적다리살이 37.22%로 가장 큰 가열감량을 보였다. Jeon 등(12)은 숯불구이에서 유의적으로 가장 많은 가열감량을 보였으며, 오븐구이에서 가장 작은 가열감량을 나타내었다고 하였다. 또한, 가슴살(11.65~33.52%)이 다리살(17.22~41.16%)보다 적은 가열감량을 나타내었다고 하여 본 연구 결과와 차이를 보였다. Yang과 Ko(11)는 가열조리에 따른 돼지고기 목심의 가열감량은 튀기기가 60.28%로 가장 높았으며 삶기와 굽기는 각각 44.77%, 24.26%로 측정되었다고 보고하여 본 연구 결과와 상이하였다. Bowers 등(17)은 육류를 가열하는 과정에서 단백질의 구조 변화가 발생하며 이때 발생하는 근섬유의 수축이 보수력의 감소와 가열감량을 초래하게 된다고 하였고, 가열처리 정도와 식육의 종류에 따라 가열감량에 영향을 미친다고 하였다. 이에 따라 가열감량은 육류의 종류뿐만 아니라 조리방법에 따라 차이를 보이는 것이 확인되었으며, 가열감량의 차이에 따른 지방산 및 비타민 A, E와 같은 지용성 성분의 변화도 클 것으로 판단된다.

조리방법에 따른 계육의 조지방 함량 및 지방산 조성의 변화

가열조리에 따른 계육의 조지방 함량 및 지방산 조성의

Table 1. Cooking loss of chicken by different cooking method

	Breast		Wing		Thigh		Leg	
	Grilling	Boiling	Grilling	Boiling	Grilling	Boiling	Grilling	Boiling
Cooking loss (%) ¹⁾	41.17	23.69	28.02	19.09	36.65	37.22	35.20	22.73

¹⁾The cooking loss was calculated as % loss = [(weight of sample before cooking - weight of sample after cooking) / weight of sample before cooking] × 100.

변화를 분석한 결과는 Table 2에 나타내었다. 조리방은 0.93~14.08 g/100 g의 범위로 나타나 부위에 따른 함량의 차이가 크게 나타났으며, 같은 부위에서 조리방법에 따라 유의적인 차이를 보였다($P < 0.05$). 원재료의 지방 함량은 넓

적다리살(11.83 g/100 g) > 날개살(10.53 g/100 g) > 아랫다리살(7.67 g/100 g) > 가슴살(0.97 g/100 g)의 순으로 많았으며, 이는 계육의 부위별 지방 함량을 조사한 결과 가슴살이 1.2%로 가장 낮고 넓적다리살이 2.8%, 다리살이 3.2%

Table 2. Fatty acid compositions of chicken by different cooking method

Fatty acids (mg/100 g fresh weight)	Breast			Wing		
	Raw	Grilling	Boiling	Raw	Grilling	Boiling
Crude fat (g/100 g fresh weight)	0.97±0.00 ^{b1)2)}	1.48±0.02 ^a	0.93±0.03 ^c	10.53±0.07 ^c	14.08±0.04 ^a	13.54±0.01 ^b
Lauric acid (C12:0)	ND ³⁾	ND	ND	36.10±0.42 ^c	45.56±0.02 ^b	50.74±0.61 ^a
Myristic acid (C14:0)	8.60±0.19 ^b	11.05±0.05 ^a	8.51±0.35 ^b	108.37±0.25 ^b	144.24±0.70 ^a	144.03±1.11 ^a
Palmitic acid (C16:0)	217.81±4.00 ^b	335.66±1.30 ^a	221.71±6.49 ^b	2,368.21±8.02 ^c	3,186.73±9.39 ^a	3,028.26±5.77 ^b
Stearic acid (C18:0)	92.81±2.11 ^c	150.47±1.60 ^a	98.37±1.98 ^b	581.65±0.55 ^c	785.76±2.42 ^a	748.06±13.47 ^b
Tricosanoic acid (C23:0)	45.51±0.83 ^b	79.48±4.29 ^a	43.10±1.01 ^b	72.94±0.38 ^c	100.34±0.14 ^a	88.96±1.34 ^b
Myristoleic acid (C14:1)	ND	ND	ND	35.95±0.11 ^b	48.73±0.49 ^a	48.89±0.09 ^a
Palmitoleic acid (C16:1)	37.89±0.42 ^b	57.78±0.29 ^a	37.93±2.98 ^b	688.34±2.88 ^c	939.63±3.08 ^a	900.17±3.98 ^b
Oleic acid (C18:1, n-9)	285.58±0.18 ^b	447.82±0.73 ^a	270.76±16.05 ^c	4,067.79±38.92 ^c	5,396.55±13.14 ^a	5,185.42±19.38 ^b
Vaccenic acid (C18:1, n-7)	30.84±0.77 ^c	47.41±2.49 ^a	33.38±0.59 ^b	233.63±2.15 ^c	314.19±0.51 ^a	299.20±2.10 ^b
Gadoleic acid (C20:1)	4.94±0.01 ^c	6.85±0.07 ^a	5.24±0.32 ^b	36.72±0.31 ^c	49.59±0.06 ^a	48.59±0.82 ^b
Linoleic acid (C18:2, n-6)	168.42±2.47 ^b	238.50±8.65 ^a	143.15±3.47 ^c	1,595.02±14.86 ^c	2,124.57±3.55 ^a	2,085.66±7.77 ^b
Linolenic acid (C18:3, n-3)	7.06±0.28 ^b	7.84±0.18 ^a	4.29±0.34 ^c	97.13±0.76 ^c	129.16±0.07 ^a	128.36±0.39 ^b
trans-Oleic acid (C18:1, n-9)	ND	ND	ND	56.84±1.72 ^b	74.93±2.44 ^a	75.33±2.14 ^a
trans-Linoleic acid (C18:2)	ND	ND	ND	19.26±1.15 ^b	25.01±0.30 ^a	25.61±0.29 ^a
trans-Linolenic acid (C18:3)	ND	ND	ND	27.19±0.28 ^b	36.81±0.02 ^a	36.73±1.37 ^a
Total SFA	364.74±3.87 ^b	576.66±3.28 ^a	371.69±5.52 ^b	3,167.28±4.90 ^c	4,262.62±8.74 ^a	4,060.05±15.77 ^b
Total UFA	234.73±2.67 ^c	806.20±7.08 ^a	494.74±16.32 ^b	6,754.59±42.42 ^c	9,002.42±14.59 ^a	8,696.29±23.25 ^b
Total TFA	ND	ND	ND	103.29±0.21 ^b	136.74±1.50 ^a	137.67±0.34 ^a
Total UFA / Total SFA	1.47±0.02 ^a	1.40±0.00 ^b	1.33±0.02 ^c	2.13±0.01 ^{ab}	2.11±0.00 ^b	2.14±0.01 ^a

Fatty acids (mg/100 g fresh weight)	Thigh			Leg		
	Raw	Grilling	Boiling	Raw	Grilling	Boiling
Crude fat (g/100 g fresh weight)	11.83±0.10 ^c	13.53±0.06 ^a	13.18±0.35 ^b	7.67±0.01 ^c	9.92±0.04 ^a	9.17±0.18 ^b
Lauric acid (C12:0)	126.46±0.33 ^a	9.79±0.10 ^b	10.25±0.46 ^b	12.91±0.14 ^b	18.12±0.71 ^a	10.10±0.24 ^c
Myristic acid (C14:0)	126.03±0.13 ^a	121.22±0.18 ^b	117.33±2.81 ^c	63.50±0.31 ^c	82.32±1.32 ^a	72.35±2.26 ^b
Palmitic acid (C16:0)	2,733.80±17.94 ^c	3,026.19±2.15 ^a	2,935.47±78.64 ^b	1,709.31±5.67 ^c	2,215.12±1.14 ^a	2,048.81±47.23 ^b
Stearic acid (C18:0)	637.32±18.38 ^c	779.19±7.82 ^a	740.62±17.75 ^b	430.69±0.39 ^c	608.46±0.70 ^a	547.54±9.93 ^b
Tricosanoic acid (C23:0)	74.10±3.82 ^c	114.75±3.64 ^a	104.74±0.33 ^b	90.80±1.97 ^c	164.51±7.68 ^a	130.09±2.58 ^b
Myristoleic acid (C14:1)	39.90±0.35 ^a	35.17±0.37 ^b	34.18±0.71 ^c	22.57±0.05 ^c	28.71±0.11 ^a	25.62±0.90 ^b
Palmitoleic acid (C16:1)	783.05±1.34 ^a	776.35±3.23 ^{ab}	762.93±17.88 ^b	530.82±1.06 ^c	686.92±1.64 ^a	642.97±15.76 ^b
Oleic acid (C18:1, n-9)	4,455.05±35.66 ^c	5,219.52±16.37 ^a	5,088.30±142.40 ^b	2,915.65±7.09 ^c	3,673.69±14.60 ^a	3,433.84±68.53 ^b
Vaccenic acid (C18:1, n-7)	282.01±4.33 ^b	319.12±4.10 ^a	314.28±9.25 ^a	180.48±0.65 ^c	234.01±2.85 ^a	216.16±3.28 ^b
Gadoleic acid (C20:1)	42.68±0.76 ^b	51.97±1.05 ^a	50.74±1.51 ^a	25.46±0.52 ^c	33.49±0.70 ^a	31.35±0.24 ^b
Linoleic acid (C18:2, n-6)	1,743.85±11.94 ^b	2,189.90±17.71 ^a	2,157.64±53.28 ^a	1,183.70±2.18 ^c	1,516.61±14.58 ^a	1,401.46±26.04 ^b
Linolenic acid (C18:3, n-3)	115.00±1.21 ^a	112.67±0.55 ^b	111.00±1.52 ^c	65.92±0.43 ^c	82.24±0.29 ^a	76.57±2.11 ^b
trans-Oleic acid (C18:1, n-9)	47.54±0.86 ^c	65.06±2.30 ^a	61.88±2.48 ^b	36.06±0.15 ^c	47.48±1.29 ^a	43.40±1.11 ^b
trans-Linoleic acid (C18:2)	21.70±0.74 ^b	23.29±0.76 ^a	22.40±1.02 ^{ab}	15.15±1.09 ^b	17.82±0.90 ^a	16.07±0.60 ^b
trans-Linolenic acid (C18:3)	32.72±0.33 ^b	35.35±0.48 ^a	34.80±0.98 ^a	19.43±0.18 ^c	24.06±0.01 ^b	25.27±1.27 ^a
Total SFA	3,697.70±28.52 ^c	4,051.14±9.58 ^a	3,908.41±70.71 ^b	2,307.21±2.78 ^c	3,088.53±4.31 ^a	2,808.89±40.36 ^b
Total UFA	7,461.54±38.82 ^b	8,704.71±25.58 ^a	8,519.06±160.20 ^a	4,924.60±5.25 ^c	6,255.68±21.70 ^a	5,827.96±82.29 ^b
Total TFA	101.96±1.36 ^b	123.70±2.51 ^a	119.08±3.17 ^a	70.65±0.54 ^c	89.37±0.27 ^a	84.74±1.25 ^b
Total UFA/ Total SFA	2.02±0.01 ^c	2.15±0.00 ^b	2.18±0.00 ^a	2.13±0.00 ^a	2.03±0.00 ^c	2.07±0.00 ^b

¹⁾Mean±SD.

²⁾Means with different letters in the same part are significantly different by Duncan's multiple range test ($P < 0.05$).

³⁾ND: not detected.

이며 날개가 14.9%로 가장 높은 함량을 보였다는 Koh와 Yu(18)의 연구 결과와 차이를 보였다. 이러한 차이는 지방, 콜레스테롤, 단순포화지방산의 함량이 높은 계육의 껍질이 시료 손질 시 포함되는지 포함되지 않는지의 여부에 따라 달라지며, 백색인 가슴살이 적색인 다리살보다 지방 함량이 적고 단백질 함량이 높기 때문으로 생각된다(19,20).

전체적으로 모든 계육의 부위는 가열조리 후 지방 함량이 증가하였음을 확인하였다. 이는 가열조리 시 근섬유 단백질이 응고함으로써 식육이 수축하고 수분이 용출되었기 때문으로 생각된다. 구운 가슴살, 날개살, 넓적다리살, 아랫다리살의 지방 함량은 각각 1.48 g/100 g, 14.08 g/100 g, 13.53 g/100 g과 9.92 g/100 g으로 모든 부위에서 삶은 계육(0.93 g/100 g, 13.54 g/100 g, 13.18 g/100 g과 9.17 g/100 g)보다 높은 함량을 나타내었다. Kumar와 Aalbersberg(21)는 냉동된 닭고기를 4가지의 조리방법으로 조리한 후 지방 함량을 분석한 결과, 닭고기의 지방 함량은 13.9%였으나 구운 후 13.0%로 감소하였다고 보고하여 본 연구 결과와 차이를 보였다. 이에 따라 계육의 지방 함량은 부위뿐만 아니라 조리방법, 닭의 품종, 저장 상태에 따라서도 큰 차이를 보이는 것으로 생각된다.

지방산의 경우 가슴살을 제외한 부위에서 5종의 포화지방산, 7종의 불포화지방산, 3종의 트랜스지방산이 검출되었다. 계육의 주요 지방산은 oleic acid(C18:1, n-9), palmitic acid(C16:0), linoleic acid(C18:2, n-6)의 순으로 많았으며, 모든 부위에서 구운 계육의 지방산 함량이 가장 높았다. 특히 구운 날개살의 oleic acid 함량이 5,396.55 mg/100 g으로 가장 높았으며, 원재료에서 가열조리에 따른 함량의 변화가 가장 컸다. 또한, 생 닭고기에 비해 구운 닭고기의 모든 부위에서 linoleic acid가 유의적으로 증가한 것을 확인하였다($P < 0.05$). 이는 가열하는 과정 중에 인위적으로 첨가한 대두유에 linoleic acid가 다량 함유되어 있어 지방산의 함량에 영향을 준 것으로 생각된다(11). 구운 날개살은 tricosanoic acid(C23:0), vaccenic acid(C18:1, n-7), linoleic acid(C18:2, n-6)를 제외한 모든 지방산이 계육 부위 중 가장 높았으며, 포화지방산과 불포화지방산은 각각 4,262.62, 9,002.42 mg/100 g으로 원재료의 날개살과 비교했을 때 1.3배 이상 높았다. 포화지방산에 대한 불포화지방산의 비는 조리 전과 조리 후의 차이가 유의적($P < 0.05$)으로 나타났으나 부위에 따라 증가 또는 감소의 경향이 모두 상이한 것으로 확인되었다. 즉 가슴살 및 아랫다리살은 감소하였으며, 넓적다리살은 증가하였고, 날개살은 조리방법에 따라 차이를 보였다. Jeong 등(22)은 다양한 조리법으로 계육의 지방산 조성을 분석한 결과 원재료에서 oleic acid의 함량이 가장 높았으며, 구운 가슴살, 로스팅한 다리살 및 튀긴 날개살의 총 지방산 함량이 각각 7.399 g/100 g, 18.903 g/100 g 및 19.709 g/100 g으로 부위와 조리방법에 따라 차이를 보였다고 보고하여 본 연구 결과와 일치하였다. Silva 등(15)도 치킨으로 만든 육포의 조리방법에 따른 이화

학적 변화를 분석한 결과 포화지방산과 다가불포화지방산은 굽기, 단일불포화지방산은 튀기기에서 함량이 가장 높았다는 결과를 볼 때 조리방법에 따라 지방산의 함량 변화가 있음을 입증하였다. 그뿐만 아니라 계육의 단일불포화지방산이 원재료(4.86%)와 비교했을 때 전자레인지를 조리(5.17%)보다 팬 굽기(5.84%)에서 더 큰 변화를 보였으며, 조리 후 지방산 함량이 증가하였다고 보고한 Choe(23)의 연구 결과와도 일치하였다. 아미노산, 핵산, 다양한 지방산 조성 및 휘발성 물질은 닭고기의 풍미에 영향을 미치며, 그중에서도 지방산은 식품의 풍미뿐만 아니라 맛, 조직감에 영향을 주는 가장 중요한 요인이라고 알려져 있다(24,25). 이에 따라 지방산 함량이 증가한 조리된 닭고기는 풍미, 맛, 조직감 향상에 영향을 미칠 것으로 생각된다. 그러나 지방산에 의한 풍미는 불포화지방산이 산화되면서 생성되는 휘발성 물질에 의한 것이므로 유의해야 할 것으로 판단된다(26). 가슴살은 다른 부위와 다르게 lauric acid(C12:0), myristoleic acid(C14:1)와 트랜스지방산이 검출되지 않았다. 트랜스지방산은 일반적으로 LDL-콜레스테롤을 높이고 HDL-콜레스테롤을 낮춰 심혈관 질환의 발생 위험을 증가시키며(27), 필수 지방산의 대사에 중요한 속도조절 효소인 delta-6-desaturase의 활성을 저하시켜 정상적인 지질대사를 방해해 필수지방산의 결핍을 악화시키는 것으로 알려져 있다(28). 따라서 다른 부위에 비해 지방과 지방산의 함량이 현저히 낮은 가슴살은 심혈관 질환에 도움이 될 것으로 생각된다.

조리방법에 따른 계육의 비타민 A 및 E 함량의 변화

원재료 및 가열조리를 한 계육의 부위별 비타민 A의 분석 결과는 Table 3과 같다. 원재료의 비타민 A 함량은 날개살(45.13 µg/100 g) > 넓적다리살(40.58 µg/100 g) > 아랫다리살(27.53 µg/100 g)의 순으로 날개살에서 가장 높은 수치를 보였으며, 가슴살은 검출되지 않았다. 구운 날개살과 삶은 날개살은 각각 38.74, 41.31 µg/100 g을 나타내어 구웠을 때 비타민의 손실이 더 많이 일어나는 것을 확인하였다. 삶은 아랫다리살은 24.93 µg/100 g으로 조리 후 전반적으로 감소하는 경향을 보였으나, 구운 아랫다리살의 비타민 A 함량은 29.20 µg/100 g으로 원재료의 비타민 A 함량(27.53 µg/100 g)과 유의적인 차이를 보이지 않았다($P > 0.05$). 식품성분표(29)에 따르면 가슴살과 넓적다리살의 비타민 A 함량은 조리방법에 상관없이 조리 후 모두 감소하였으나, 아랫다리살과 날개살은 조리방법에 따라 서로 다른 경향을 보여 본 연구 결과와 차이를 보였다. Lee 등(30)은 날개살이 39.19 µg/100 g으로 다리살(31.29 µg/100 g)과 가슴살(22.66 µg/100 g)에 비해 높은 함량을 나타내었으며, 삶기와 굽기 조리과정을 통해 함량이 감소함을 보고하여 본 연구 결과와 일치하였다. 또한, 날개살이 가슴살과 다리살에 비해 비타민 A의 감소율이 적었다고 보고하여 본 연구 결과와 마찬가지로 부위별 가열방법에 따른 비타민 A의 손실에 차이가 있는 것으로 조사되었다.

Table 3. Vitamin A and E contents of chicken by different cooking method

Vitamins	Breast		Wing		Thigh		Leg	
	Raw	Boiling	Raw	Boiling	Raw	Boiling	Raw	Boiling
A (retinol) (µg/100 g fresh weight)	ND ¹⁾	ND	45.13±1.64 ^{a3)}	41.31±0.09 ^b	40.58±2.39 ^a	ND	27.53±1.54 ^a	24.93±1.30 ^b
E (tocopherol) (mg/100 g fresh weight)	ND	0.13±0.01 ²⁾	0.39±0.02 ^a	0.20±0.01 ^b	0.17±0.00 ^c	1.05±0.04 ^b	0.28±0.00 ^c	0.33±0.02 ^b

¹⁾ND: not detected.

²⁾Mean±SD.

³⁾Means with different letters in the same part are significantly different by Duncan's multiple range test ($P<0.05$).

날개살 원재료의 비타민 E 함량은 0.39 mg/100 g으로 부위 중 가장 높은 함량을 보였으며, 굵고 삶은 후 1.5배 이상의 감소를 보였다. 반대로 넓적다리살과 아랫다리살은 각각 조리 후 약 6배와 1.2배 이상의 유의적인 증가를 보여 부위에 따른 차이를 나타내었다. 즉 넓적다리살 원재료의 비타민 E 함량은 0.17 mg/100 g으로 굵기와 삶기를 통해 각각 1.05, 1.09 mg/100 g으로 측정되어 부위 중 가장 크게 증가한 것을 확인하였다. 가슴살은 원재료에서 검출되지 않았으나 굵기에서 0.13 mg/100 g이 검출되었다. 이는 주로 근육조직에 저장되는 비타민 E의 특성 때문에 근육조직이 발달한 날개살과 다리살에서만 확인된 것으로 생각되며, 조리 후 생성된 비타민 E는 구울 때 사용되는 대두유에 함유된 토코페롤의 영향으로 생각된다(31). 반면 가열조리 후 감소한 비타민 E 함량은 가열조리로 인해 유지에 함유된 토코페롤이 산화되어 phenoxy radical을 생성한 후 벤젠고리에 결합하여 이중체 또는 삼중체를 생성하기 때문에 나타난 결과로 판단된다(32). 비타민 A는 열과 빛, 산소 등의 외부 자극에 민감한 불안정한 화합물로 산화되기 쉽다. 이에 따라 가열조건에 따라 영향을 받는 것으로 판단되며, 조리 후 비타민 E 함량은 증가하는 경향인 반면에 비타민 A 함량은 감소하는 것으로 보아 비타민 E는 A에 비해 열에 대한 안정성이 큰 것으로 여겨진다.

요 약

본 연구에서는 조리방법(굽기와 삶기)에 따른 닭의 부위별(가슴살, 날개살, 넓적다리살, 아랫다리살) 지방 및 지방산 조성, 비타민 A와 E의 함량 변화를 조사하였다. 조리 후 가열감량은 19.09~41.17%의 범위를 보였으며, 넓적다리살을 제외한 모든 부위에서 굵기가 삶기보다 높은 가열감량을 나타내었다. 지방 함량은 삶은 가슴살을 제외한 모든 가열처리 시료에서 증가하였으며, 지방산 함량은 조리 후 유의적으로 증가하거나 감소하는 것을 확인하였다($P<0.05$). 포화지방산과 불포화지방산의 함량은 구운 날개살에서 가장 높았으며, 포화지방산에 대한 불포화지방산의 비(UFA/SFA)는 삶은 넓적다리살에서 가장 높았다. 트랜스지방산은 삶은 날개살이 가장 높았으나(137.67 mg/100 g) 구운 날개살의 함량과 유의적인 차이가 없었으며($P>0.05$), 가슴살에서는 검출되지 않았다. 비타민 A 함량은 계육의 모든 부위에서 가열조리에 따라 감소하는 경향을 보였으나 비타민 E 함량은 부위에 따라 증감의 차이를 보였다. 즉 날개살은 조리 후 감소하였으나 넓적다리살과 아랫다리살은 유의적으로 증가한 것이 확인되었다($P<0.05$). 이러한 결과는 계육의 지방 및 지방산과 비타민의 적절한 섭취를 위한 조리방법의 선택에 도움을 줄 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ01084603)의 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- Wood JD, Richardson RI, Nute GR, Fisher AV, Campo MM, Kasapidou E, Sheard PR, Enser M. 2004. Effects of fatty acids on meat quality: A review. *Meat Sci* 66: 21-32.
- Katan MB, Zock PL, Mensink RP. 1995. Trans fatty acids and their effects on lipoproteins in humans. *Annu Rev Nutr* 15: 473-493.
- Lemaitre RN, King IB, Raghunathan TE, Pearce RM, Weinmann S, Knopp RH, Copass MK, Cobb LA, Siscovick DS. 2002. Cell membrane trans-fatty acids and the risk of primary cardiac arrest. *Circulation* 105: 697-701.
- Bray GA, Lovejoy JC, Smith SR, DeLany JP, Lefevre M, Hwang D, Ryan DH, York DA. 2002. The influence of different fats and fatty acids on obesity, insulin resistance and inflammation. *J Nutr* 132: 2488-2491.
- Statistics Korea. 2008-2015. Korea National Health and Nutrition Examination Survey. http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=117&tblId=DT_11702_N025&vw_cd=MT_ZTITLE&list_id=117_11702_A01_033&seqNo=&lang_mode=ko&language=kor&obj_var_id=&itm_id=&conn_path=E1 (accessed Mar 2017).
- Stephensen CB. 2001. Vitamin A, infection, and immune function. *Annu Rev Nutr* 21: 167-192.
- Stephens NG, Parsons A, Schofield PM, Kelly F, Cheeseman K, Mitchinson MJ. 1996. Randomised controlled trial of vitamin E in patients with coronary disease: Cambridge Heart Antioxidant Study (CHAOS). *Lancet* 347: 781-786.
- Rimm EB, Stampfer MJ, Ascherio A, Giovannucci E, Colditz GA, Willett WC. 1993. Vitamin E consumption and the risk of coronary heart disease in men. *N Engl J Med* 328: 1450-1456.
- Korea Health Statistics. 2015. *Korea National Health and Nutrition Examination Survey*. Chungbuk, Korea. p 178.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. 2016. *Statistics of agriculture, forestry and livestock food*. Sejong, Korea. p 346-347.
- Yang JB, Ko MS. 2010. Physicochemical changes in pork boston butts by different cooking methods. *Korean J Food Preserv* 17: 351-357.
- Jeon KH, Kwon KH, Kim EM, Kim YB, Sohn DI, Choi JY. 2014. Effect of cooking methods with various heating apparatus on the quality characteristics of chicken. *Korean J Culinary Res* 20: 201-213.
- Dominguez R, Gómez M, Fonseca S, Lorenzo JM. 2014. Effect of different cooking methods on lipid oxidation and formation of volatile compounds in foal meat. *Meat Sci* 97: 223-230.
- Khan MA, Ali S, Abid M, Cao J, Jabbar S, Tume RK, Zhou G. 2014. Improved duck meat quality by application of high pressure and heat: A study of water mobility and compartmentalization, protein denaturation and textural properties. *Food Res Int* 62: 926-933.
- Silva FAP, Ferreira VCS, Madruga MS, Estévez M. 2016. Effect of the cooking method (grilling, roasting, frying and sous-vide) on the oxidation of thiols, tryptophan, alkaline amino acids and protein cross-linking in jerky chicken. *J Food Sci Technol* 53: 3137-3146.
- Korea Food and Drug Administration. 2010. *Food Standard Codex*. Korean Foods Industry Association, Seoul, Korea.
- Bowers JA, Craig JA, Kropf DH, Tucker TJ. 1987. Flavor, color, and other characteristics of beef longissimus muscle heated to seven internal temperatures between 55° and 85 °C. *J Food Sci* 52: 533-537.
- Koh HY, Yu IJ. 2015. Nutritional analysis of chicken parts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44: 1028-1034.
- Posati LP. 1979. *Composition of foods: Poultry Products: raw, processed, prepared (USDA Agriculture Handbook 8-5)*. Science and Education Administration, Washington, DC, USA. p 330.
- Park JS, Choi MK. 2004. A Study on rheology of the rib-eye cooked by cooking method and cooking utensil. *Korean J Human Ecology* 7: 21-31.
- Kumar S, Aalbersberg B. 2006. Nutrient retention in foods after earth-oven cooking compared to other forms of domestic cooking: 1. Proximates, carbohydrates and dietary fibre. *J Food Compos Anal* 19: 302-310.
- Jeong SH, Shin JA, Kim IH, Kim BH, Lee JS, Lee KT. 2014. Comparison of fatty acid composition by fat extraction method: Different parts of chicken by cooking method. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43: 1257-1263.
- Choe E. 2005. Changes of functional components present in lipid foods during cooking. *Korean J Food Cookery Sci* 21: 742-758.
- Jayasena DD, Ahn DU, Nam KC, Jo C. 2013. Flavour chemistry of chicken meat: A review. *Asian-Australas J Anim Sci* 26: 732-742.
- Takahashi H, Rikimaru K, Kiyohara R, Yamaguchi S. 2012. Effect of arachidonic acid-enriched oil diet supplementation on the taste of broiler meat. *Asian-Australas J Anim Sci* 25: 845-851.
- Andersson RE. 1980. Lipase production, lipolysis, and formation of volatile compounds by *Pseudomonas fluorescens* in fat containing media. *J Food Sci* 45: 694-1701.
- Brouwer IA, Wanders AJ, Katan MB. 2010. Effect of animal and industrial trans fatty acids on HDL and LDL cholesterol levels in humans: A quantitative review. *PLoS One* 5: e9434.
- Kinsella JE, Bruckner G, Mai J, Shimp J. 1981. Metabolism of trans fatty acids with emphasis on the effects of trans, trans-octadecadienoate on lipid composition, essential fatty acid, and prostaglandins: An overview. *Am J Clin Nutr* 34: 2307-2318.
- National Academy of Agricultural Science. 2011. *Food composition table*. 8th ed. Rural Development Administration National Academy of Agricultural Science, Wanju, Korea. p 232-237.
- Lee JH, Lee HN, Shin JA, Chun JY, Lee J, Lee KT. 2015. Content of fat-soluble nutrients (cholesterol, retinol, and α -tocopherol) in different parts of poultry meats according to cooking method. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44: 234-241.
- Cho SH. 2010. Vitamin E: α -Tocopherol and the other forms of vitamin E. *Korean J Nutr* 43: 304-314.
- Choe E, Min DB. 2009. Mechanisms of antioxidants in the oxidation of foods. *Compr Rev Food Sci Food Saf* 8: 345-358.