

조지방 추출 방법에 따른 지방산 조성 비교 및 조리방법을 달리한 닭고기 부위별 지방산 함량 분석

정상화¹ · 신정아¹ · 김인환² · 김병희³ · 이준수⁴ · 이기택¹

¹충남대학교 식품공학과, ²고려대학교 식품공학과
³중앙대학교 식품공학과, ⁴충북대학교 식품공학과

Comparison of Fatty Acid Composition by Fat Extraction Method: Different Parts of Chicken by Cooking Method

Sang Hwa Jeong¹, Jung Ah Shin¹, In Hwan Kim², Byung Hee Kim³,
Jun Soo Lee⁴, and Ki Teak Lee¹

¹Department of Food Science and Technology, Chungnam National University

²Department of Food and Nutrition, Korea University

³Department of Food Science and Technology, Chungang University

⁴Department of Food Science and Technology, Chungbuk National University

ABSTRACT Different fat extraction methods such as the Rose-Gottlieb, Folch, and hydrolytic methods were compared in terms of their fatty acid contents of milk powder. Contents of total saturated fatty acids by the Rose-Gottlieb, Folch, and hydrolytic methods were 8.578, 8.302, and 8.711 g/100 g milk powder while contents of total unsaturated fatty acids by the Rose-Gottlieb, Folch, and hydrolytic methods were 11.513, 11.143, and 11.669 g/100 g milk powder, respectively. These results suggest that the hydrolytic method has a similar fatty acid composition as the well-known Rose-Gottlieb method. In uncooked chicken, total fatty acid contents of breast, gamb, and wing were 6.302, 8.313, and 11.346 g/100 g, respectively. Among different cooking methods, frying increased content of total *trans* fatty acids up to 0.034 (breast), 0.112 (gamb), and 0.123 g/100 g (wing).

Key words: crude fat extract, milk powder, fatty acid composition, *trans* fatty acid, chicken

서 론

식품 중 지방(fat&oil)은 주요 에너지원으로 9 kcal/g을 제공하고 우리 몸에 축적되어 인체 다양한 곳에서 구성성분으로 작용하며 신체를 보호하는 중요한 역할을 수행한다(1). 또한 지용성 성분의 운반체, 생리활성물질의 전구체 역할을 한다. 특히 지방은 자연계에서 지방산과 글리세롤이 에스테르결합을 한 중성지방(triacylglycerol, TAG) 형태로 대부분 존재하는데 중성지방을 이루는 지방산은 탄소수와 이중결합수 및 이중결합의 위치에 따라 성질이 다양하며 그중 다가불포화지방산인 docosahexaenoic acid(DHA, C22:6)이나 eicosapentaenoic acid(EPA, C20:5)는 혈소판의 응집을 억제하여 혈액이 멎쳐 생기는 혈전을 방지하기 때문에 뇌질환이나 심혈관계질환을 예방할 수 있다고 알려져 있다(2). 이처럼 지방은 인체나 식품에 있어 중요한 역할을 하지

만 최근 지방 섭취에 대한 문제점이 대두되고 있다.

2011년 국민영양조사에 의하면 지방급원 에너지 섭취율은 1969년 7.2%에서 2011년 19.6%까지 증가했으며, 탄수화물급원 에너지 섭취율은 1969년 80.3%에서 2011년 65.8%로 감소하고 특히 동물성 식품군에서의 지방 섭취가 증가하고 있다(3). 이는 밥 중심의 전통 식단에서 서구화 식단 변화와 빠른 경제 성장으로 인한 편의성 추구, 외식산업의 의존율 또한 높아져 서구 식생활의 비중이 증가된 것을 알 수 있다. 이렇듯 지방의 섭취가 증가하면서 비만 및 만성 질환의 위험성까지 커지고 있으며, 2011년 국민영양조사에서 비만은 전체 31.9%(2011년 기준)이고 고콜레스테롤혈증은 전체 14.5%이며, 고혈압의 경우 남자는 33.9%, 여자는 27.8%로 과거에 비해 증가하여 국민의 건강에 위협을 주고 있다(4).

2007년 12월부터 식품의약품안전처에서는 식품 포장지 중 영양성분표시에 트랜스지방표시를 의무화하고 있으며, 따라서 국민들의 트랜스지방 섭취를 줄이기 위해 국내외적으로 법적 규제를 강화하고 있다(5,6). 이로 인해 식품 중 함유하는 트랜스지방이나 포화·불포화 지방산의 정확한 함

Received 21 April 2014; Accepted 8 July 2014

Corresponding author: Ki Teak Lee, Department of Food Science and Technology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

E-mail: ktleee@cnu.ac.kr, Phone: +82-42-821-6729

량 표시가 중요하며, 이러한 식품 중 존재하는 트랜스지방 (*trans* fatty acid, TFA)이나 포화지방산(saturated fatty acid, SFA), 불포화지방산(unsaturated fatty acid, USFA)의 함량을 알기보기 위해서 다양한 방법의 지방산 추출 방법이 존재한다.

식품에 존재하는 지방을 추출하는 방법은 시료의 형태에 따라 다양한데, Rose-Gottlieb법은 mojonnier관을 이용하는 방법으로 우유 및 유제품의 식품군에 주로 이용되지만 고체 식품에 적용하기 어려움이 있다. 그리고 Folch법은 chloroform과 methanol(2:1, v/v)로 혼합된 용매를 이용하고 열을 가하지 않아 열에 변화할 수 있는 고기류나 동물조직 등의 식품에 사용된다. 하지만 반응시간이 오래 걸리고 식품과 용매 간의 에멀전 현상이 쉽게 일어나 추출 시 어려움이 있다. 한편 산분해법은 산을 이용하여 식품 중 영양소를 분해시켜 지질만 추출해내는 방법으로 쉬운 조작과 다양한 시료에 적용되며 빠르게 이용할 수 있다(7-9).

한편 조지방 추출법을 비교하기 위하여 시료는 분유를 선정하였다. 분유는 지방산과 지용성 성분(토코페롤, 레티놀, 콜레스테롤, 베타카로틴)이 풍부하여 여러 분석기관의 품질 관리를 위한 in house material로 사용되고 있다(10).

본 연구에서는 조지방 추출 방법 중 Rose-Gottlieb법, Folch법 및 산분해법에 따른 분유의 전체 지방산 조성 및 포화지방산, 불포화지방산, 트랜스지방산의 함량을 비교하였고, 또한 FAPAS(food analysis performance assessment scheme) 분석을 통하여 결과값의 신뢰성을 검증하고 분석치의 신뢰성을 확인하였다. 이후 산분해법을 이용하여 조리방법에 따른 닭고기 부위별의 구성 지방산을 정량하여 비교하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에서 시료로 사용된 분유(milk powder), 닭가슴살, 다리살 및 날개살은 한경대 NLS(national lab system) 센터(Anseong, Korea)에서 제공받았다. NLS는 식품의약품안전처 주관으로 식품영양성분 데이터베이스를 구성하기 위하여 구축되었다. 추출에 필요한 diethyl ether(DE), petroleum ether(PE), ethanol, chloroform, methanol은 normal-grade를 사용하였고, BF₃-methanol은 Supelco (Bellefonte, PA, USA)에서 구입하였다. GC 기기분석에 필요한 iso-octane은 HPLC grade 용매인 분석용 특급시약을 사용하였다. 또한 지방산 정량을 위해 internal standard(IS, C_{11:0} triundecanoin)는 Nu-Chek Prep(Elysian, MN, USA)에서, fatty acid methyl ester(FAME) 표준물질은 Supelco(37 Component FAME Mix)에서 각각 구입하여 사용하였다.

Rose-Gottlieb법에 의한 조지방 추출

분유 중 조지방을 추출하기 위해 식품공전에 의거하여 mojonnier관을 이용하는 Rose-Gottlieb 방법을 실시하였다(7). 시료 1 g을 mojonnier관에 취한 후 여기에 지방산 정량을 위해 internal standard solution(IS: C_{11:0} triundecanoin, 5 mg/mL in iso-octane) 1 mL를 첨가하였다. 그 후 증류수 10 mL를 첨가하고 시료를 잘 혼합하기 위해 40~50 °C의 항온 수조에서 충분히 가온하였으며 ethanol 10 mL와 단백질과 지질 결합의 이완을 위한 ammonia 용액 1.5 mL를 첨가하였다. 추출을 위해 mojonnier관에 DE 25 mL를 가하고 1분 동안 vortex 하였다. 층 분리가 완전히 일어났을 때 상층액을 취하여 anhydrous sodium sulfate column에 통과시켜 수분 및 불순물을 제거하였다. 그 후 PE 25 mL를 이용하여 위와 같은 과정을 반복하였다. 다시 DE 15 mL 및 PE 15 mL씩으로 3회 반복 추출하였다. 진공감압농축기를 이용하여 획득한 ether층을 제거하였으며 질소가스를 이용하여 잔류용매를 완전히 제거하였다. 추출은 2반복 실시하였다.

Folch법에 의한 조지방 추출

분유 중 조지방을 추출하는 방법 중 Folch 방법을 일부 변형하여 이용하였다(8). 시료 1 g을 screw-cap이 있는 50 mL vial에 취하였고, 마찬가지로 지방산 정량을 위해 internal standard solution(IS: C_{11:0} triundecanoin, 5 mg/mL in iso-octane) 1 mL를 첨가하였다. 그 후 Folch (chloroform : methanol=2:1, v/v) 10 mL를 넣어 준 후 sonicator에서 30°C에서 1시간 반응시킨 뒤 shaking water bath에서 180 rpm, 23°C에서 2시간 동안 진행하였다. 포화 NaCl 2 mL를 첨가한 후 1분 동안 vortex한 뒤 하층액 (chloroform층)을 취하여 anhydrous sodium sulfate column에 통과시켜 수분 및 불순물을 제거하였다. 그 후 chloroform 7 mL를 이용하여 위와 같은 방법으로 2회 반복 추출하였다. 진공감압농축기를 이용하여 획득한 chloroform층을 제거하였으며 질소가스를 이용하여 잔류용매를 완전히 제거하였다. 추출은 2반복 실시하였다.

산분해법에 의한 조지방 추출

분유에 존재하는 조지방을 추출하는 방법으로 산분해법을 이용하여 추출하였다(9). 시료 1 g을 50 mL vial에 취한 후 50 mg/mL의 pyrogallol solution 2 mL와 지방산 정량을 위해 internal standard solution(IS: C_{11:0} triundecanoin, 5 mg/mL in iso-octane) 1 mL를 첨가하였다. 산분해를 위해 8.3 M HCl 10 mL를 첨가하고 1분 동안 vortex 해준 후, shaking water bath에서 80°C, 200 rpm에서 1시간 반응시켰으며, 반응 중 20분 간격으로 따로 vortex 하였다. 반응이 끝난 시료를 찬물로 충분히 냉각한 뒤 DE 15 mL를 넣고 1분 동안 vortex한 후 원심분리를 하였으며, 상층액 (ether층)을 취하여 anhydrous sodium sulfate column에

통과시켜 수분 및 불순물을 제거하였다. PE 15 mL를 이용하여 동일한 방법으로 진행하였다. 모아진 ether층을 제거하기 위해 질소가스를 이용하여 용매를 제거하였고 추출은 2회 반복 실시하였다. FAPAS와 조리방법에 따른 닭가슴살, 다리살 및 날개살도 동일한 방법으로 추출되었으며 2회 반복 실시하였다.

닭고기 부위별 조리방법

본 실험에서 사용된 닭 가슴살, 다리살, 날개살 부위별로 조리방법을 다르게 하여 분석시료를 준비하였는데, 이는 국제한식조리학교(Jeonju, Korea)에서 수행하였다. 시료는 원재료와 원재료를 굵기, 볶기, 찌기, 삶기, 튀기기, 로스팅 및 전자레인지의 총 7가지 조리방법으로 처리하여 준비되었다. 삶기 조리방법은 끓는 증류수 3 L에 5~15분 동안 삶아 익혀준 후 2분간 체에 밭쳐 물기를 제거하였으며, 굵기의 경우 기름을 따로 사용하지 않고 팬에 강불로 2~5분, 중불에서 5분~15분 구웠다. 다리살이나 날개살의 경우에는 약불에서 2~5분 더 구웠으며, 이를 체에 밭쳐 2분간 기름기를 제거하였다. 볶기는 15 mL 식용유를 넣고 강불로 2~5분, 중불에서 5~15분 볶아주었으며, 다리살이나 날개살의 경우 약불에서 2~5분 더 볶아주었다. 그 후에 기름기를 제거하기 위해 체에 2분간 밭쳐 두었다. 튀기기의 경우 3 L 식용유를 180°C로 가열한 뒤 5~15분 동안 튀겼으며, 찌기 조리는 찜기에 증류수 3 L를 깊이 오를 때까지 끓인 후 중불로 줄여 5~10분간 찌고 뒤집어 다시 3~10분 동안 찌다. 로스팅의 경우 170°C의 오븐에서 13~25분 동안 로스팅 하였으며, 전자레인지의 경우에는 5~10분 정도 익혀준 후 뒤집어서 다시 5~15분간 익혀주었다. 튀기기, 로스팅 및 전자레인지 조리 후 생겨나는 기름은 1차적으로 2분간 체에 밭쳐 제거하고, 키친타올로 세 번 문질러 2차 제거하였다. 위의 모든 조리과정은 시료가 적절히 익을 때까지 조리하였으며, 따라서 그 조리시간은 종별로, 부위별로 달랐다. 또한 모든 조리는 3번 이상 수행되었다.

Gas chromatography(GC)를 이용한 지방산 조성 분석

추출된 조지방의 지방산 조성을 알아보기 위해 gas chromatography(GC, Hewlett-Packard 6890 series, Avondale, PA, USA)를 이용하여 분석하였다(11). 기기분석에 용이하게 methylation을 진행하였으며, Table 1과 같이 시료에서 추출된 조지방의 양에 따라 용매의 양을 설정

Table 1. The volumes of methylation solvents according to the weight (%) of sample

Sample (wt%)	0.5 N NaOH in MeOH (mL)	BF ₃ solution (mL)	Iso-octane (mL)	Saturated NaCl (mL)
0~10	1.5	2	2	1
11~20	2	3	3	1
21~100	3	5	5	1

하였다(9). 추출된 조지방에 0.5 N NaOH 메탄올 용액 1.5 mL를 넣고 vortex한 뒤 끓는 물에서 5분 중탕하고 냉각하였다. 다음 BF₃-methanol 용액 2 mL를 넣고 vortex한 뒤 끓는 물에서 3분 중탕한 뒤 냉각하였다. Fatty acid methyl ester(FAME)를 추출하기 위해 iso-octane 2 mL와 포화 NaCl 1 mL를 첨가하고 충분히 vortex한 뒤 원심분리(2000 rpm, 5 min)를 실시하였다. 상층액(iso-octane층)을 취하여 anhydrous sodium sulfate column에 통과시켜 수분 및 불순물을 제거한 뒤 얻은 FAME를 GC에 주입하여 각 시료의 지방산 조성을 분석하였다. 지방산 분석을 위해 GC의 column은 SPTM-2560(100 m×0.25 mm, I.D., 0.2 µm film thickness, Supelco Inc.)을 사용하였으며, oven 온도는 100°C에서 4분 동안 유지된 후 240°C까지 3°C/min으로 증가하여 15분 동안 유지함으로써 peak들의 분리능을 높였다. Carrier gas는 He으로 0.7 mL/min으로 하고, injector 온도는 225°C, detector 온도는 285°C로 각각 설정하였다. 각각의 시료는 auto sampler를 이용해 1 µL 주입하여 분석하였으며, split ratio는 200:1의 비율로 설정하였다.

지방산 정량

Detector에서 분석된 데이터는 FAME에 대한 결과이므로 이를 원래의 지방산으로 전환하기 위하여 각각의 response factor(Ri)를 다음과 같이 구하였다(10).

$$R_i = \frac{P_{S_i}}{P_{S_{C11:0}}} \times \frac{W_{C11:0}}{W_i}$$

Ps_i는 FAME 표준물질 중 각 지방산의 peak area이며, Ps_{C11:0}은 FAME 표준물질 중 C_{11:0}의 peak area이다. 또한 W_{C11:0}은 FAME 표준물질 중 C_{11:0}의 무게(mg)이고, W_i는 FAME 표준물질 중 각 지방산의 무게(mg)이다.

$$W_{FAME} = \frac{P_{t_i} \times W_{C11:0} \times 1.0067}{P_{C11:0} \times R_i}$$

Response factor를 이용하여 각 시료의 지방산의 양을 다음과 같이 계산하여 g/100 g으로 나타내었다.

$$W_i = W_{FAME} \times f_{FAi}$$

P_{t_i}는 시료의 각 지방산 peak area이며, W_{C11:0}은 시료 중 internal standard(C11:0)의 무게(g)이다. P_{C11:0}은 시료 중 internal standard(C11:0)의 peak area이고, f_{FAi}는 지방산 전환계수이다.

통계 처리

추출방법에 따라 추출된 분유는 2회 반복 측정하였고 나머지 시료들은 3회 반복 측정하여 결과 값을 평균과 표준편차로 나타내었으며, 결과들의 유의적 차이를 확인하기 위해서 SAS(statistical analysis system) 9.2(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) program의 Duncan's multiple range test를 실시하여 95%(P<0.05) 신뢰구간에서 검증하였다.

Table 2. Saturated fatty acid compositions of milk powder using by Rose-Gottlieb method, Folch method, and hydrolytic method (Unit: g/100 g milk powder)

Fatty acids	Milk powder		
	Rose-Gottlieb method	Folch method	Hydrolytic method
C4:0	0.085±0.002 ¹⁾	0.084±0.017	0.087±0.004
C6:0	0.078±0.014	0.090±0.007	0.091±0.001
C8:0	0.280±0.004	0.284±0.014	0.291±0.002
C10:0	0.337±0.002	0.328±0.002	0.342±0.002
C12:0	1.914±0.011	1.832±0.035	1.910±0.015
C14:0	1.335±0.015	1.278±0.040	1.340±0.013
C16:0	3.237±0.015	3.128±0.099	3.299±0.035
C18:0	1.256±0.017	1.225±0.038	1.293±0.015
C20:0	0.057±0.001	0.053±0.001	0.058±0.000
ΣSFA ²⁾	8.578±0.081 ^{a3)}	8.302±0.206 ^a	8.711±0.086 ^a

¹⁾Mean±SD.²⁾Total saturated fatty acid=butyric acid (C4:0)+caproic acid (C6:0)+caprylic acid (C8:0)+capric acid (C10:0)+lauric acid (C12:0)+myristic acid (C14:0)+palmitic acid (C16:0)+stearic acid (C18:0)+arachidic acid (C20:0).³⁾Values with different alphabets are significantly different at $P<0.05$.

결과 및 고찰

추출방법에 따른 지방산 조성 및 함량

분유(milk powder)에서 Rose-Gottlieb법, Folch법 그리고 산분해법으로 추출된 조지방들의 포화지방산의 조성은 Table 2에 나타내었다.

전체 포화지방산(ΣSFA)의 함량을 살펴보면 Rose-Gottlieb법, Folch법, 산분해법 각각 8.578, 8.302, 8.711 g/100 g milk powder로 유의적 차이를 보이지 않았다. Palmitic acid(C16:0)는 Rose-Gottlieb법, Folch법 및 산분해법에서 각각 3.237 g/100, 3.128 및 3.299 g/100 g milk powder를 확인할 수 있었고, stearic acid(C18:0)는 각각 1.256, 1.225 및 1.293 g/100 g milk powder를 나타내었다. 그러나 lauric acid(C12:0)는 Folch법에서 1.832 g/100 g milk powder로 Rose-Gottlieb법의 1.914 g/100 g milk powder와 산분해법 1.910 g/100 g milk powder보다 낮은 수율을 보였다. 각 지방산을 살펴보았을 때 Folch법은 Rose-Gottlieb법과 산분해법에 비해 전체적으로 낮은 지방산 함량을 나타냈지만 총 포화지방산의 함에는 유의적 차이가 없었다($P<0.05$).

불포화지방산의 조성 및 함량은 Table 3에 나타내었다. 전체 불포화지방산(ΣUSFA)은 Rose-Gottlieb법, Folch법, 산분해법에서 각각 11.513, 11.143, 11.669 g/100 g milk powder로 유의적 차이를 볼 수 없었다. 총 불포화지방산 중 함량이 가장 많았던 oleic acid(C18:1)는 Rose-Gottlieb법에서 6.515 g/100, Folch법에서 6.252 그리고 산분해법에서 6.556 g/100 g milk powder의 함량을 각각 확인할 수 있었고, 두 번째로 함량이 많았던 linoleic acid(C18:2)

Table 3. Unsaturated fatty acid compositions of milk powder using by Rose-Gottlieb method, Folch method, and hydrolytic method (Unit: g/100 g milk powder)

Fatty acids	Milk powder		
	Rose-Gottlieb method	Folch method	Hydrolytic method
C14:1	0.053±0.000 ¹⁾	0.051±0.001	0.053±0.000
C16:1	0.114±0.001	0.112±0.003	0.118±0.001
C18:1	6.515±0.093	6.252±0.224	6.556±0.073
C18:2	4.185±0.056	4.091±0.120	4.295±0.045
C18:3	0.258±0.002	0.252±0.007	0.265±0.003
C20:1	0.041±0.001	0.039±0.002	0.041±0.001
C20:2	0.012±0.002	0.011±0.000	0.011±0.000
C20:3	0.032±0.000	0.034±0.000	0.038±0.001
C20:4	0.177±0.002	0.176±0.005	0.185±0.002
C20:5	0.023±0.000	0.024±0.001	0.028±0.000
C22:5	0.008±0.000	0.009±0.000	0.013±0.000
C22:6	0.094±0.002	0.093±0.003	0.097±0.001
ΣUSFA ²⁾	11.513±0.155 ^{a3)}	11.143±0.365 ^a	11.669±0.125 ^a

¹⁾Mean±SD.²⁾Total unsaturated fatty acid=myristoleic acid (C14:1)+palmitoleic acid (C16:1)+oleic acid (C18:1)+linoleic acid (C18:2)+linolenic acid (C18:3)+eicosenoic acid (C20:1)+eicosadienoic acid (C20:2)+eicosatrienoic acid (C20:3)+arachidonic acid (C20:4)+eicosapentaenoic acid (C20:5,EPA)+docosapentaenoic acid (C22:5, DPA)+docosahexaenoic acid (C22:6, DHA).³⁾Values with different alphabets are significantly different at $P<0.05$.

또한 Rose-Gottlieb법에서 4.185, Folch법에서 4.091, 산분해법에서 4.295 g/100 g milk powder로 나타났다. 다가 불포화지방산인 docosahexaenoic acid(DHA, C22:6)의 함량은 0.094(Rose-Gottlieb법), 0.093(Folch법) 그리고 0.097 g/100 g milk powder(산분해법)를 확인할 수 있었다. 총 불포화지방산의 함량을 보았을 때 세 추출방법 간의 유의적 차이가 없었다($P<0.05$).

트랜스지방산(ΣTFA)의 조성 및 함량은 Table 4에 나타냈으며, 총 트랜스지방산 함량은 Rose-Gottlieb법 0.282, Folch법 0.269 그리고 산분해법 0.284 g/100 g milk powder로서 유의적 차이를 보이지 않았다($P<0.05$).

Table 4. Trans fatty acid compositions of milk powder using by Rose-Gottlieb method, Folch method, and hydrolytic method (Unit: g/100 g milk powder)

Fatty acids	Milk powder		
	Rose-Gottlieb method	Folch method	Hydrolytic method
C18:1trans	0.157±0.000 ¹⁾	0.152±0.007	0.162±0.002
C18:2trans	0.122±0.001	0.115±0.003	0.119±0.000
C18:3trans	0.002±0.000	0.002±0.000	0.003±0.000
ΣTFA ²⁾	0.282±0.001 ^{a3)}	0.269±0.011 ^a	0.284±0.002 ^a

¹⁾Mean±SD.²⁾Total trans fatty acid=elaidic acid (C18:1trans)+linoleaidic acid (C18:2trans)+linolenaidic acid (C18:3trans).³⁾Values with different alphabets are significantly different at $P<0.05$.

FAPAS 분석을 통한 지방산 정량

FAPAS란 국제 비교속련도 평가 프로그램의 하나로 FAPAS 시료를 이용하여 지방산 함량을 확인하였고, 다음과 같은 식으로 구해진 z-score를 통하여 신뢰성을 검증하였다.

$$z\text{-score} = (\chi - \chi_a) / \sigma_p$$

χ = the participant/s reported result

χ_a = the assigned value

σ_p = the standard deviation for proficiency

z-score는 평균(χ_a)에서 얼마만큼 벗어났는가를 보는 것으로 0에 근접할수록 평균과 가까운 값이며, $|z| \leq 2$ 이면 신뢰성을 갖는 결과이다. FAPAS 시료에서 산분해법에 의해 추출된 조지방의 각 지방산 함량과 assigned value 그리고 z-score를 Table 5에 나타내어 비교하였다. FAPAS 시료에서 함량이 높은 Σ PUFA와 그중 linoleic acid(C18:2)의 assigned value는 각각 56.9와 50.2 g/100 g sample이었고, 산분해법을 통하여 59.38, 52.44 g/100 g sample인 것을 확인할 수 있었다. 이를 통해 z-score를 구한 결과 각각 1.5, 0.9를 확인하였으며 두 결과는 $|z| \leq 2$ 를 만족하였다. 그리고 Σ SFA와 Σ MUFA 항목의 assigned value는 14.2, 25.2 g/100 g sample로 산분해법으로 얻은 결과값(14.32, 26.64)과 비교하였을 때 z-score가 각각 0.2, 1.2를 확인하였고, 두 항목 모두 신뢰성을 확인할 수 있었다. 또한 가장 함량이 적었던 항목 중 Σ TFA와 α -linolenic acid(ALA, C18:3)의 결과값은 0.35, 6.62로 assigned value(0.509, 6.33)와 비교하여 z-score를 확인하였고, -0.9, 0.9로 $|z| \leq 2$ 를 만족하였다. 따라서 높은 함량을 갖는 항목부터 낮은 지방산 함량을 갖는 항목 모두 z-score가 $|z| \leq 2$ 를 만족하였고, 이는 산분해법이 신뢰성을 갖는 추출 분석방법으로 검증하였다.

Table 5. Fatty acid compositions of each crude fat extracted from FAPAS (Unit: g/100 g sample)

Fatty acids ²⁾	FAPAS ¹⁾		
	Hydrolytic method	Assigned value	z-score
Σ SFA	14.32	14.2	0.2
Σ MUFA	26.64	25.2	1.2
Σ PUFA	59.38	56.9	1.5
Σ TFA	0.35	0.509	-0.9
Linoleic acid	52.44	50.2	0.9
ALA	6.62	6.33	0.9

¹⁾FAPAS is food analysis performance assessment scheme.

²⁾Fatty acids are Σ SFA=C14:0 (myristic acid)+C16:0 (palmitic acid)+C18:0 (stearic acid)+C20:0 (arachidic acid), Σ MUFA=C16:1 (palmitoleic acid)+C18:1 (oleic acid)+C20:1 (eicosenoic acid), Σ PUFA=C18:2 (linoleic acid)+C18:3 (linolenic acid)+C20:1 (eicosenoic acid)+C20:2 (eicosadienoic acid), Σ TFA=C18:1trans (elaidic acid)+C18:2trans (linoleaidic acid)+C18:3trans (linoelenaic acid), ALA (α -linolenic acid)

다양한 조리방법을 통한 닭고기 부위별 지방산 조성 및 함량

다양한 조리방법(삶기, 굽기, 볶기, 튀기기, 찌기, 로스팅, 전자레인지)으로 조리한 닭의 가슴살(breast), 다리살(gamb) 및 날개살(wing)의 지방산 조성을 알아보기 위해 산분해법을 통하여 GC분석으로 Fig. 1과 2에 나타내었다. Fig. 1에서는 원재료(raw material), 삶기(boiling), 굽기(grilling), 볶기(stir-frying)의 부위별 지방산 조성을 나타내었고, Fig. 2에서는 튀기기(deep-frying), 찌기(steaming), 로스팅(roasting), 전자레인지(microwaving) 조리 방법에 따른 부위별 지방산 조성을 나타내었다. 조리하지 않은 원재료에서 총 지방산 함량은 날개살에서 11.346, 다리살에서 8.313 그리고 가슴살에서 6.302 g/100 g으로 나타났다. 그중 가장 함량이 많은 oleic acid(C18:1)가 각각 4.818(날개살), 3.604(다리살), 2.695 g/100 g(가슴살)을 확인할 수 있었고, 포화지방산(Σ SFA) 함량은 날개살에서 3.649, 다리살에서 2.687, 가슴살에서 2.130 g/100 g으로 나타났다. 볶기 조리과정에서의 총 지방산 함량은 날개살 16.217, 다리살 13.454, 가슴살 5.716 g/100 g을 확인할 수 있었고, linoleic acid(C18:2)의 경우 날개살 3.270, 다리살 2.059, 가슴살 0.950 g/100 g을 확인할 수 있었다. 총 포화지방산(Σ SFA) 함량은 4.721(날개살), 4.322(다리살) 그리고 1.795 g/100 g(가슴살)을 나타내었다. 한편 찌기 조리과정에서 날개살, 다리살 및 가슴살의 linolenic acid(C18:3)의 함량은 각각 0.135, 0.109 그리고 0.039 g/100 g을 확인할 수 있었다. 튀기기 조리과정에서의 날개살과 다리살의 트랜스지방산(Σ TFA)은 각각 0.123, 0.112 g/100 g으로 가슴살의 트랜스지방산 함량(0.034 g/100 g)보다 비교적 높았고, 다리살의 튀기기는 100 g당 약 0.122 g 정도의 트랜스지방산을 함유하여 원재료 100 g당 약 0.057 g의 트랜스지방에 비해 비교적 높은 함량을 보였다. 현재 식품의약품안전처에서 트랜스지방의 함량이 1회 섭취량 당 0.2 g 미만일 때 "0"으로 표시한다고 고시하고 있다(6).

조리과정에 따른 가슴살, 다리살 및 날개살의 총 지방산 함량은 5.379~7.399, 8.313~18.903, 11.346~16.709 g/100 g이었다. 가슴살에서 총 지방산 함량이 가장 높은 조리방법은 굽기(7.399 g/100 g)였고, 다리살은 로스팅(18.903 g/100 g) 그리고 날개살은 튀기기(19.709 g/100 g) 조리과정에서 높은 함량을 보였다. 한편 트랜스지방산의 함량은 가슴살 0.034~0.056, 다리살 0.057~0.132, 날개살 0.089~0.127 g/100 g을 각각 보였다. 가슴살에서 트랜스지방산 함량이 가장 높은 조리방법은 굽기(0.056 g/100 g)였고, 다리살은 로스팅(0.132 g/100 g) 그리고 날개살은 볶기(0.127 g/100 g) 조리과정에서 높은 함량을 보였으며, 이를 보아 튀기기 조리과정과 트랜스지방산과의 상관관계가 크게 보이지 않는 것으로 사료된다.

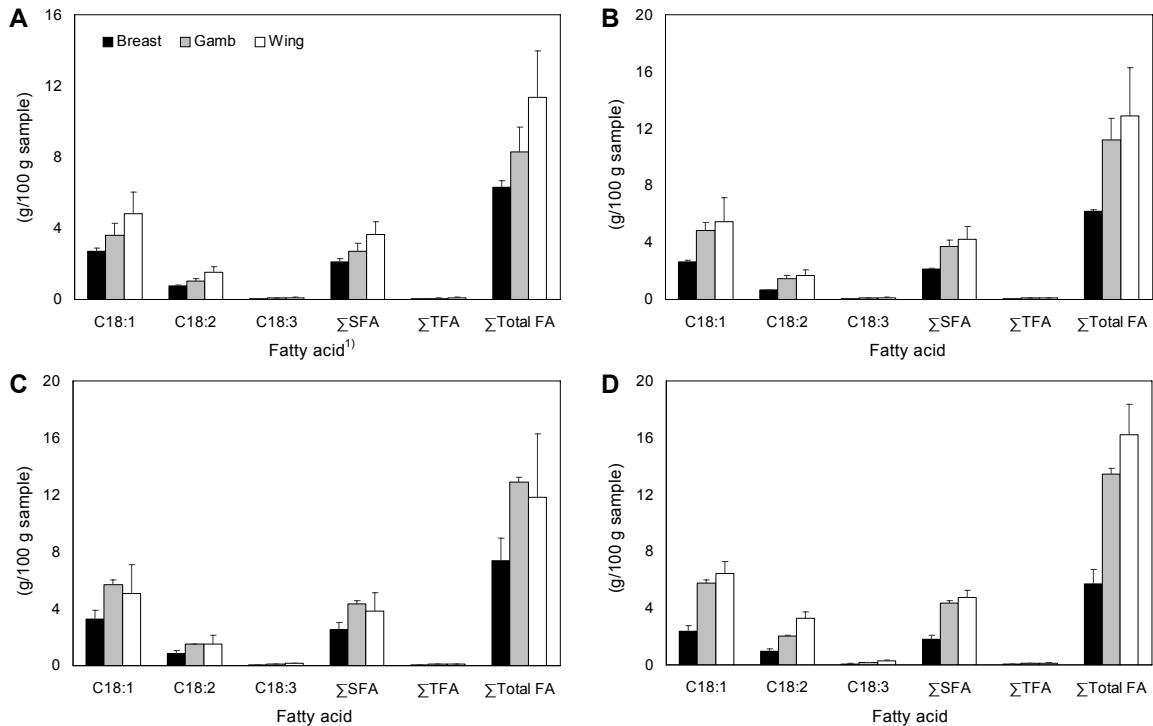


Fig. 1. Fatty acid compositions of each crude fat extracted from the chicken according to various cookings. (A) raw material, (B) boiling, (C) grilling, (D) stir-frying. ¹Fatty acid is C18:1 (oleic acid), C18:2 (linoleic acid), C18:3 (linolenic acid), ΣSFA=butyric acid (C4:0)+caproic acid (C6:0)+caprylic acid (C8:0)+capric acid (C10:0)+lauric acid (C12:0)+myristic acid (C14:0)+palmitic acid (C16:0)+stearic acid (C18:0)+arachidic acid (C20:0), ΣTFA=elaidic acid (C18:1*trans*)+linoleaidic acid (C18:2*trans*)+linoelaidic acid (C18:3*trans*), ΣTotal FA (the sum of total fatty acids). The values are mean±SD of triplicate experiments.

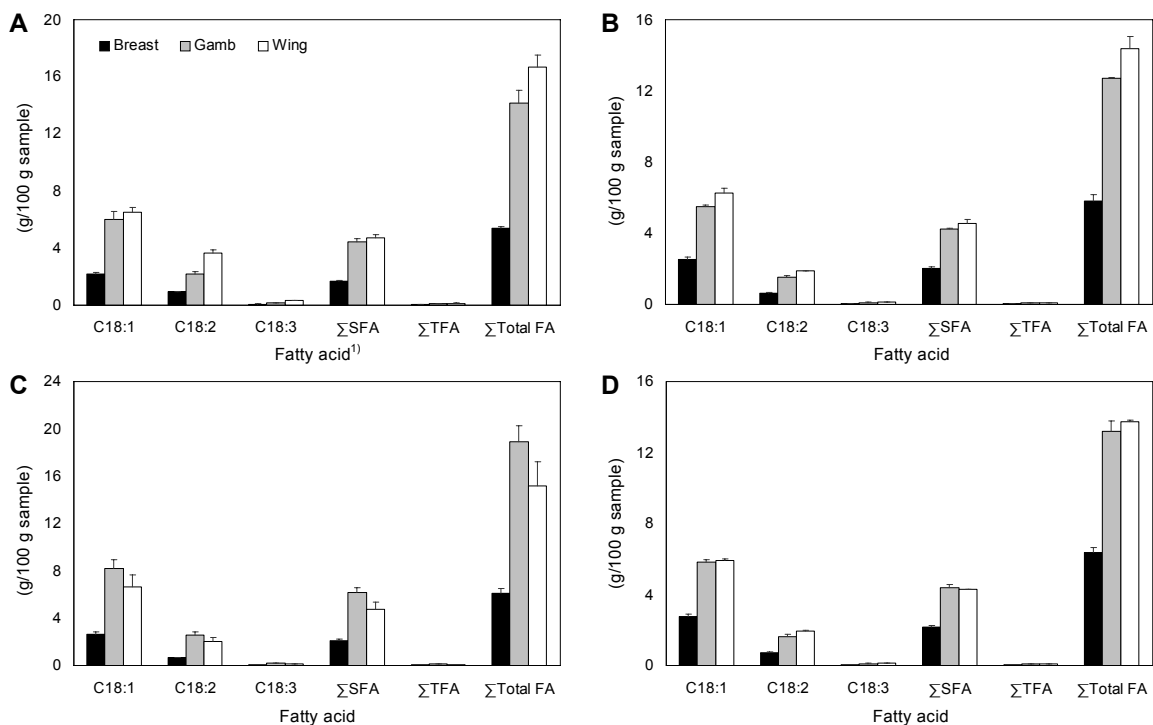


Fig. 2. Fatty acid compositions of each crude fat extracted from the chicken according to various cookings. (A) deep-frying, (B) steaming, (C) roasting, (D) microwaving. ¹Fatty acid is C18:1 (oleic acid), C18:2 (linoleic acid), C18:3 (linolenic acid), ΣSFA=butyric acid (C4:0)+caproic acid (C6:0)+caprylic acid (C8:0)+capric acid (C10:0)+lauric acid (C12:0)+myristic acid (C14:0)+palmitic acid (C16:0)+stearic acid (C18:0)+arachidic acid (C20:0), ΣTFA=elaidic acid (C18:1*trans*)+linoleaidic acid (C18:2*trans*)+linoelaidic acid (C18:3*trans*), ΣTotal FA (the sum of total fatty acids). The values are mean±SD of triplicate experiments.

요 약

본 연구에서는 분유(milk powder)를 이용하여 조지방 추출 방법인 Rose-Gottlieb법, Folch법 그리고 산분해법으로 각 방법의 총 포화지방산, 불포화지방산, 트랜스지방산의 함량을 비교하였고, 산분해법을 이용하여 조리방법에 따른 닭의 부위별 지방산 조성을 확인하였다. 각 조지방 추출법(Rose-Gottlieb법, Folch법, 산분해법)으로 추출된 포화지방산 함량은 8.302~8.711 g/100 g milk powder로 유의적 차이를 보이지 않았으며, 불포화지방산 함량(11.143~11.669 g/100 g milk powder)과 트랜스지방산 함량(0.269~0.284 g/100 g milk powder)도 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 각 추출법에 의한 지방산 조성 결과와 함량을 비교해본 결과, 산분해법이 시간, 조건, 조작 등에서 용이하였다. 또한 산분해법을 통하여 FAPAS의 지방산 함량을 분석해본 결과, z-score가 $|z| \leq 2$ 를 만족하여 신뢰성을 검증할 수 있었다. 원재료의 경우 날개살(11.346 g/100 g sample), 다리살(8.313 g/100 g sample), 가슴살(6.302 g/100 g sample) 순의 총 지방산 함량을 가졌으며, 조리방법에 따른 닭의 부위별 지방산 조성 분석 결과 볶기와 튀기기 조리방법에서 트랜스지방산의 함량이 더 검출되는 것을 확인할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 2012년(11062MFDS209) 식품의약품안전처 국가 식품영양성분 자료 구축사업의 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

REFERENCES

1. Lee JY. 2005. Antioxidant activity of lignan compounds in roasted sesame oil on the oil oxidation and contents changes during manufacturing and storage of roasted sesame oil. *PhD Dissertation*. Inha University, Incheon, Korea.
2. Lim JG. 2002. *Nutrition*. Shinjeong, Seoul, Korea. p 82-118.
3. Korea Health Statistics. 2011. *Korea National Health and Nutrition Examination Survey*. Chungbuk, Korea. p 38-58.
4. Jeong EY, Park SB, Seo OJ, Song JC. 2009. Evaluation of the recognition and intake of trans fat by middle school students in the Ulsan area. *Korean J Food & Nutr* 22: 409-415.
5. Jang JH, Jeon MS, Lee KT. 2009. Fatty acid composition of children's favorite foods in Daejeon area. *CNU Journal of Agricultural Science* 36: 211-217.
6. Hyeon JW, Shin JA, Lee KT. 2013. Fatty acid composition and triacylglycerol species of the domestic and foreign chocolates collected from the market. *CNU Journal of Agricultural Science* 40: 35-45.
7. KFDA. 2013. *Food code*. Korea Food and Drug Administration, Seoul, Korea. p 20-21.
8. Folch J, Lees M, Sloane-Stanley GH. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J Biochem* 226: 497-502.
9. AOAC. 2012. *Official methods of analysis*. 19th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. Chapter 41, p 20-25.
10. Shin JA, Chun JY, Lee JS, Shin KY, Lee SK, Lee KT. 2013. Determination of β -carotene and retinol in Korean noodles and bread products. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 1949-1957.
11. Moon JH, Hwang YI, Lee KT. 2009. Study on the positional distribution of fatty acids, and triacylglycerol separation of seed oils. *Korean J Food Preserv* 16: 726-733.