

닭튀김 횟수에 따른 튀김닭 및 튀김유의 품질 특성의 변화

손 종 연^{1*} · 강 근 옥²

¹한경대학교 식품생물공학과 식품생물산업연구소, ²한경대학교 영양조리과학과

Changes in Quality Properties of Deep Frying Oil and Fried Chickens according to Frying Number

Jong-Youn Son^{1*} and Kun-Og Kang²

¹Dept. of Food and Biotechnology & Institute of Food Industry and Biotechnology, Hankyong National University, Ansung 456-749, Korea

²Dept. of Nutrition and Culinary Science, Hankyong National University, Ansung 456-749, Korea

Abstract

This study investigated changes in the quality properties of deep frying oil and fried chickens according to frying number. Acid values of frying oil and fried chicken after frying 110 chickens were 2.27 and 1.90, respectively. The peroxide values of frying oil did not increase uniformly as frying number increased. Conjugated dienoic acid value of frying oil and fried chicken after frying 110 chickens were 0.70 and 0.44, respectively. Regarding the fatty acid composition after frying 110 chickens, linoleic and linolenic acids decreased, whereas palmitic, stearic, and oleic acids increased. Contents of trans fatty acids in frying oil and fried chicken after frying 110 chickens were 0.75% and 0.45%, respectively. Contents of benzo [a] pyrene in frying oil and fried chicken after frying 110 chickens were 2.20 and 2.19 ug/kg, respectively. The quality properties of frying oil and fried chickens significantly decreased after frying 60 chickens.

Key words : Fried chicken, frying oil quality, trans fatty acid, benzo[a]pyrene.

서 론

튀김(deep fat frying)은 식용유지를 매개체로 하여 고온에서 단시간 가열하는 조리법으로, 영양소의 손실이 적고, 식품의 독특한 향미를 부여하고, 대량 조리가 용이하여 외식이나 단체 급식에서 널리 이용되고 있다. Lee & Yoon(2011)은 25 종류의 고온가열조리식품(직화구이 13종, 간접구이 4종 및 튀김류 8종)을 대상으로 한 섭취 빈도 조사에서 가장 섭취 빈도가 높은 음식은 프라이드 치킨 > 삼겹살 간접구이 > 콩치 및 생선 직화구이 순으로 한 달에 3회 이상의 빈도로 섭취하였다고 하였다. Kim *et al*(2009)은 학교 급식에 제공되는 튀김식품의 기호도를 조사한 결과, '높다' 72.3%, '아주 높다' 18.4%로 매우 높았으며, 학교 급식의 튀김 원료별 선호도는 닭고기(70.2%)와 돼지고기(26.2%)로, 두 원료에 대한 선호도가 95% 이상으로 매우 높았다고 하였다.

그러나 튀김조리 시 튀김유를 장시간 사용하거나 상온에서 오래 저장할 경우, 튀김식품의 풍미와 안정성을 저하시키고, 심한 경우 독성물질이 생성되기도 한다. 또한 튀김식품의 소

비 증가는 비만 인구 증가와 함께 유지의 산패, 벤조피렌(Benzo [a]pyrene), 트랜스지방산(Trans fatty acid)과 같은 위해물질의 섭취 증가로 인한 건강상의 유해성이 문제시 되고 있다 (Mann CC 2005, Chough NJ 2004).

튀김유의 산패 정도는 튀김 재료의 종류, 튀김 방법, 튀김 온도 등에 따라 다르며, 특히, 치킨 전문점과 같은 상업적인 튀김 과정에서는 튀김 후 남은 튀김유는 다시 새로운 기름을 보충하여 사용하는 경우가 많기 때문에 튀김유의 사용 한계를 일률적으로 설정하기 매우 곤란하다(Kim NS 2006). Park *et al*(2003)은 튀김닭 전문점에서의 튀김 조건을 조사한 결과, 튀김 온도는 170~180℃, 튀김 시간은 10~15분, 튀김유의 교체는 30번 정도 튀긴 후였으며, 날짜별로는 2~3일에 한 번씩 교체한다고 하였으나, 대부분의 경우, 튀긴 날짜나 튀긴 횟수보다는 기름의 색으로 교체 시기를 결정하는 것으로 나타나, 치킨 전문점에서 사용되고 있는 튀김유에 대한 품질관리 기준을 체계적으로 판단할 지표가 필요하다.

닭을 식용유지로 튀기면 닭기름은 튀김유 중으로 용출되고, 튀김유는 닭고기 안으로 흡수되어, 튀김닭의 품질은 튀김유의 품질 저하에 직접적인 영향을 받는다(Blumenthal MM 1991, Jeon *et al* 2008). 그러나 닭튀김의 산화 안정성에 대한

* Corresponding author : Jong-Youn Son, Tel : +82-31-670-5155, Fax : +82-31-670-5159, E-mail : nawin98@chol.com

연구는 대부분 튀김유에 국한되고, 튀김유와 튀김닭의 상대적 산패 정도, 트랜스지방산, 벤조피렌의 생성에 관한 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 치킨 전문점에서 실제로 사용하는 튀김 조건 하에서 튀김유를 일정기간 반복 재사용했을 때, 튀김유의 튀김 횟수에 따른 사용 한계 시기를 설정하고, 튀김유 및 튀김닭에서 추출한 기름의 품질 저하 정도를 비교, 검토하여 이들에 대한 적절한 위생 관리 방안을 제시하고자 하였다. 아울러 벤조피렌 및 트랜스지방산의 함량을 측정하여 이들의 안정성 여부를 조사하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재료 및 시료의 전처리

본 연구에 튀김에 사용된 식용유는 시중에서 판매되는 대두유(Daesang Co., Korea)이었으며, 튀김용 닭은 시중에서 절단된 생닭(900 g)을 구입하여 사용하였다. 튀김 조건은 튀김닭 전문점에서 조사된 튀김 조건에 따라 생닭에 튀김옷(OK Betapowder, Baekho Food, Korea)을 입혀 튀김기(SI-GF23, Fiber Korea, Korea, 44×69×88 cm)에 각각 대두유 26 L를 넣고 170°C에서 10분간 튀겼다. 닭튀김은 3일간에 걸쳐 실시했으며, 첫째 날은 2마리씩 30회, 둘째 날은 1마리씩 30회, 셋째 날은 1마리씩 20회 튀겼다. 튀김 과정 중 감소하는 튀김유는 보충하지 않았으며, 튀김닭 전문점과 동일한 조건으로 하루에 한 번씩 여과 장치로 여과하여 사용하였다. 제조된 튀김유는 30, 60, 90 및 110마리째마다 채취하여 -70°C에 보관하면서 분석에 이용하였다.

또한 튀김 횟수에 따라 채취한 튀김닭에 흡수된 기름은 ethyl ether를 이용하여 추출하여 시료로 사용하였다.

2. 산패도의 측정

산가(Acid value)는 AOCS Te-1a-64 방법(AOCS 1990), 과산화물가(Peroxide value)는 AOCS Cd 8-53 방법(AOCS 1990)으로, 공액 이중 산가(Conjugated dienoic acid value)는 AOCS Ti 1a-64 방법(AOCS 1990)으로 측정하였다.

3. 색도의 측정

색도는 색차계(CR-A50, Konica Minolta, Japan)을 이용하여 L, a, b값을 3회 반복하여 측정하였다.

4. 지방산 조성 분석

튀김유와 튀김닭에서 추출한 기름의 지방산 조성은 AOCS Ce 1-62 방법(AOCS 1990)에 따라 methyl ester화하여 gas chromatography에 의해 분석하였다. 이때의 조작 조건은 Table 1

Table 1. GC operating conditions for fatty acid analysis

Instrument	Agilent 689N
Column	SP-2560 (100 m×0.2 um×0.25 nm)
Detector	Flame Ionization Detector (FID)
Carrier gas	N ₂ (1 mL/min)
Oven temp.	180°C
Injector temp.	250°C
Detector temp.	280°C

과 같았다. 그리고 튀김유와 튀김닭에서 추출한 기름의 총 트랜스지방산의 함량(Total fatty acid, g/100 g)을 구하였다.

5. 벤조피렌(Benzo[a]pyrene) 함량 측정

1) 분석 시료의 추출

튀김유와 튀김닭에서 추출한 기름 10 g을 정량하고 n-hexane 100 mL에 녹여 분액 깔때기(I)에 옮기고 N,N-dimethylformamide-water(9:1, v/v) 50 mL를 넣어 흔들어 섞은 후 정치하여 N,N-dimethylformamide-water 층을 다른 분액깔때기(II)에 옮겼다. n-Hexane층에 N,N-dimethylformamide-water 25 mL씩을 넣고, 위와 같이 2회 반복하여 N,N-dimethylformamide-water 층을 위의 분액깔때기(II)에 합하였다. 여기에 1% sodium sulfate 용액 100 mL를 섞고 n-hexane 50 mL를 넣고 흔들어 섞은 후 정치하여 n-hexane층을 분액깔때기(III)에 옮겼다. N,N-dimethylformamide-water(9:1)층에 n-hexane 35 mL씩을 넣고 위와 같이 2회 반복하여 n-hexane층을 위의 분액깔때기(III)에 합하였다. 여기에 물 40 mL씩을 넣고 흔들어 섞은 후 정치하여 물 층을 버리는 조작을 2회 반복하였다. n-Hexane층을 anhydrous sodium sulfate를 넣은 여과지를 사용하여 탈수 여과한 후 40°C 이하의 수욕상에서 감압하여 약 2 mL로 농축하였다.

2) 벤조피렌 함량의 정량

활성화시킨 Sep-Pak Florisil cartridge에 시험 용액을 1 mL/min의 속도로 가하였다. 이어서 n-hexane 10 mL와 n-hexane/dichloromethane(3:1, v/v) 8 mL로 용출시켜 전량을 40°C 이하의 수욕상에서 질소가스 하에 날려 보낸 후 잔류물을 acetonitrile에 녹여 전량을 1.0 mL로 하여 이를 0.45 μm membrane filter로 여과한 것을 시험용액으로 하였다. 시험용액 10 μL를 HPLC(1200 Series, Agilent Technologies, Germany)에 주입하고, acetonitrile-water(80:20, w/w) 혼합용매를 이동상으로 하여 1 mL/min의 속도로 형광검출기(1200 Series, Agilent Technologies, Germany) 여기파장 294 nm, 형광파장

404 nm에서 분석하였다. 이 때 벤조피렌의 양은 아래의 식으로 계산하였다. 즉, 검량 곡선에서 얻어진 표준 물질과 내부 표준 물질(3-methylcholanthrene)의 피크에 대한 면적비[A_S/A_{IS}]를 Y축으로 하고, 표준 물질의 농도를 X축으로 하여 검량곡선을 작성하고, 시험 용액의 면적비[A_{SAM}/A_{SAMIS}]를 Y축에 대입하여 벤조피렌의 농도를 계산하였다.

A_S : 검량 곡선 표준 용액의 표준 물질 피크 면적

A_{IS} : 검량 곡선 표준 용액의 내부 표준 물질 피크 면적

A_{SAM} : 시험 용액의 벤조피렌 피크 면적

A_{SAMIS} : 시험 용액의 내부 표준 물질 피크 면적

6. 통계적 분석

SAS(Statistical Analysis System) 통계 Package(SAS. Institute, Inc. 1990)를 사용하여 각각의 분석 데이터를 통계분석하였으며, Duncan 다범위 검정(Duncan's multiple range test)을 실시하였다. 모든 분석에서 유의수준은 $p < 0.05$ 로 하였다.

결과 및 고찰

1. 산가(Acid Value) 측정

튀김 횟수에 따른 닭튀김유의 산가의 변화를 측정된 결과(Fig. 1), 초기 산가 0.03에서 30마리 튀긴 후 0.34로 증가하였으며, 60마리 튀긴 후에는 1.20으로 급격히 증가하기 시작하여 110마리 튀긴 후에는 2.27로 증가하였다.

Lee & Park(2010)는 대두유 4 kg의 5%에 해당하는 냉동 감자를 200 g씩 30회 튀긴 후의 산가를 측정된 결과, 초기산

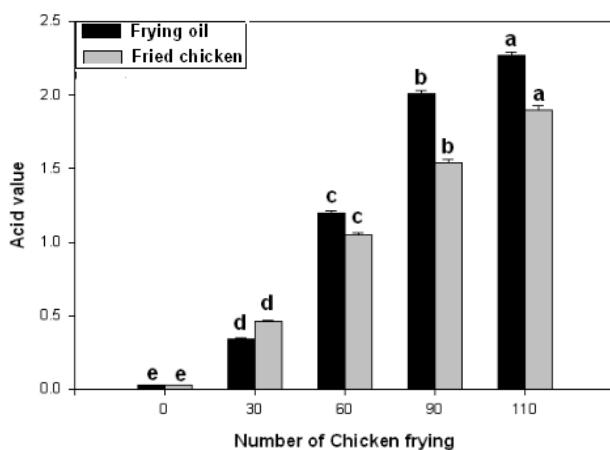


Fig. 1. Changes of acid value of frying oil and fried chicken according to frying number.

^{a-e} Means with the different letters above the same bars are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple test.

가 0.03에서 0.2로 증가하였다고 하여, 본 연구에서 대두유 26 L의 약 3%에 해당하는 닭 900 g을 30마리 튀긴 후의 산가(0.34)보다 낮은 것으로 나타났다. 한편, Son *et al*(1998)은 감자튀김은 180°C에서, 닭튀김 160°C에서 대두유 3.6 kg의 10%에 해당하는 360 g을 튀긴 후의 튀김유의 산가를 측정된 결과, 감자와 닭튀김유의 산가는 각각 0.2 및 0.3으로, 닭튀김의 경우 낮은 온도에서 튀겼음에도 불구하고, 감자튀김보다 더 높은 산가를 나타냈다고 하였다. Song & Jang(2002)은 당수육 튀김이 감자튀김보다 더 큰 산가의 증가를 보였고, 그 원인으로는 육류 중의 함유되어 있는 Fe^{2+} 가 산화를 촉진되었기 때문이라고 하였다. 따라서 닭튀김과 같은 육류 튀김의 경우, 감자 등과 같은 튀김에 비해 유리지방산의 형성이 빠르기 때문에 이에 대한 주의가 필요한 것으로 나타났다.

튀김 과정 중에 튀김유의 가열 분해로 형성되는 유리지방산은 가열 시간이 길수록, 튀김 횟수가 많을수록 형성량이 증가하며, 형성된 유리지방산은 발연점을 급격히 저하시키는 원인이 되며, 또한 발연점이 낮은 튀김유에서 발생하는 연기가 튀김식품에 흡착되어 향미에 나쁜 영향을 준다(Osawa *et al* 2007, Kim DH 2010).

본 실험에서도 닭 30마리를 튀긴 후, 튀김유에서 연기가 발생하는 현상이 시작되어, 60마리 튀긴 후 더 심해져 발연점이 170°C 이하로 저하되었음을 확인할 수 있었다. 식품공전에는 튀김유의 사용한계를 산가 2.5로 규정되어 있으나, 좀 더 엄격한 규제가 필요할 것으로 사료된다. 또한 튀김유의 가열 온도가 높을수록 유지분자 중의 지방산의 가열 분해가 크게 촉진되기 때문에 가능한 한 낮은 온도에서 닭을 튀기는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

한편, 튀김담에서 추출한 기름의 경우, 초기 산가 0.03에서 30마리 튀긴 후 0.46, 60마리 튀긴 후 1.05로 급격히 증가하여 110마리 튀김 후에는 1.90으로 증가하여, 초기 30마리 튀김 때의 산가를 제외하고는 튀김유보다 0.5~0.37% 정도 산가가 낮았다. 전체적으로 볼 때, 튀김유와 튀김담에서 추출한 기름의 산가는 튀김 횟수가 증가함에 따라 거의 유사한 경향으로 증가하여, 튀김유의 산가가 튀김담의 산가에도 상당히 큰 영향을 미치는 것으로 판단된다.

2. 과산화물가(Peroxide Value)의 변화

튀김 횟수에 따른 닭튀김유의 과산화물가의 변화를 측정된 결과(Fig. 2), 0, 30, 60, 90 및 110마리 튀긴 후의 튀김유의 과산화물가는 각각 0.10, 2.45, 3.18, 2.68 및 2.97로, 튀김 횟수에 증가함에 따라 일률적인 증가를 보이지 않았다.

Chang & Yang(2001)은 180°C에서 24, 48, 72, 96시간 동안 우지를 가열했을 때의 과산화 물기는 각각 2.30, 1.79, 1.87 및 1.57으로 증가와 감소가 반복적으로 나타났다고 하여 본 연구 결과와 일치하였다.

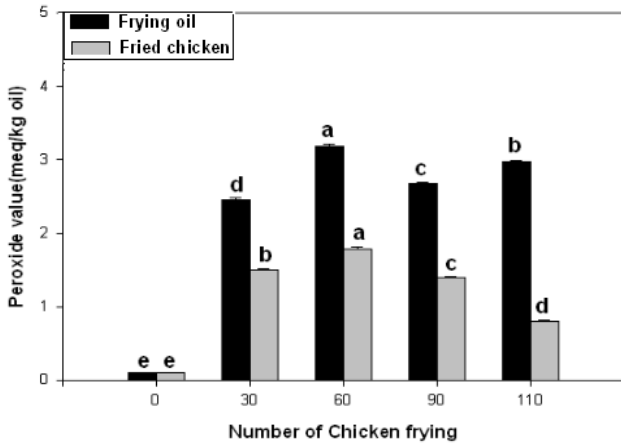


Fig. 2. Changes of peroxide value of frying oil and fried chicken according to frying number.

^{a-e} Means with the different letters above the same bars are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple test.

이러한 결과는 식용유지의 산화 과정 중 생성된 일차산화물인 과산화물이 이차산화물로 분해되며, 튀김 과정 중에서는 과산화물의 분해 속도가 가속화되어 과산화물이 축적되지 않고 바로 분해되기 때문인 것으로 생각된다(Son *et al* 1998).

한편, 0, 30, 60, 90 및 110마리 튀긴 후의 튀김닭에서 추출한 기름의 과산화물가는 각각 0.10, 1.50, 1.79, 1.40 및 0.81로 튀김유와 마찬가지로 튀김 횟수에 증가함에 따라 일률적인 증가를 보이지 않았다. 그러나 튀김닭에서 추출한 기름의 과산화물가는 튀김유의 경우보다 유의적으로 낮았다.

3. 공액 이중 산가(Conjugated Dienoic Acid Value)의 변화

튀김 횟수에 따른 튀김유의 공액 이중 산가의 변화를 측정 한 결과(Fig. 3), 초기 0.15에서 30 및 60마리 튀긴 후 각각 0.30 및 0.47로 증가하다가 90, 110마리 튀긴 후에는 각각 0.61 및 0.70로 증가하였다. 이들 결과에서 공액 이중 산가는 60마리 튀길 때까지는 튀김 횟수가 증가함에 따라 일률적으로 증가하였으나, 60마리 튀김 이후부터는 그 증가폭이 다소 감소하는 것으로 나타났다. 또 산가와 비교해 볼 때, 60마리 튀긴 후부터 급격히 증가하기 시작한 산가의 측정치와 다소 다른 경향을 나타내었다.

식용유지를 구성하고 있는 리놀레산, 리놀렌산 중의 이중 결합은 가열에 의해 공액 이중 결합(conjugated double bond)으로 변환되며, 이들 공액 이중 결합을 가진 유지 분자들은 또 다른 유지 분자들의 이중결합과 디일즈-알더 부가 반응(Diels-Alder addition reaction)을 일으키며, 이와 같은 부가 반응은 이중 결합을 가진 유지분자와 공액 이중 결합을 가진 유지분자와 계속적으로 일어나, 이중체(dimers)뿐만 아니라 삼중체

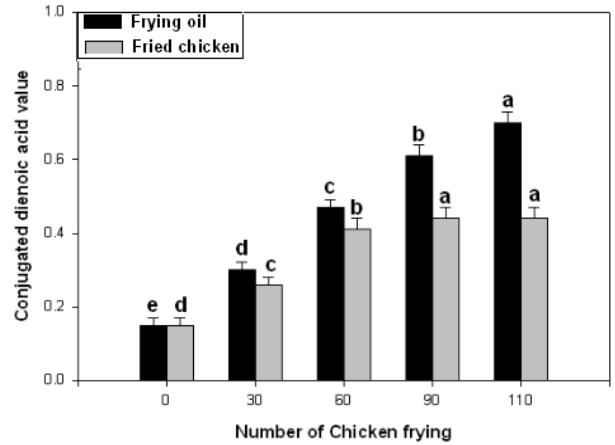


Fig. 3. Changes of conjugated dienoic acid value of frying oil and fried chicken according to frying number.

^{a-e} Means with the different letters above the same bars are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple test.

(trimers), 사중체(tetramers) 등의 분자량이 큰 중합체(polymer)를 형성하여 결국 점도를 증가시킨다(Choe & Min 2007). 이와 같이 점도가 증가한 튀김유는 튀김물의 수분과 기름의 교체가 어려워져 튀김물의 상태를 불량하게 만든다(Son JY 2011).

따라서 본 실험에서 60마리 튀김 이후 공액 이중 산가의 증가폭이 감소하는 것은 공액 이중 결합을 가진 유지분자들이 중합체를 형성하여, 상대적으로 공액 이중 산가의 증가가 낮아졌기 때문인 것으로 판단된다.

한편, 0, 30, 60, 90 및 110마리 튀김 닭의 공액 이중 산가는 각각 0.15, 0.26, 0.41, 0.44 및 0.44로, 튀김유의 공액 이중 산가가 튀김닭에서 추출한 기름보다 높은 것으로 나타났다.

4. 튀김유의 색도

닭튀김 횟수에 따른 튀김유의 색도의 변화를 측정한 결과는 Table 2와 같았다. L 값(명도)의 경우, 초기 31.57에서 30마리 튀긴 후 31.07로 큰 변화가 없었으나, 60마리 튀긴 후 28.75로 급격히 감소하였다. 또한 a값(적색도)과 b값(황색도)은 튀김 횟수가 증가함에 따라 감소하였으나, 그 증가폭은 b값의 경우 더 큰 것으로 나타났다.

한편, 닭에서 추출한 기름의 색도를 측정한 결과, L 값(명도)의 경우, 초기 31.57에서 30, 60, 90 및 110마리 튀긴 후, 각각 29.90, 27.82, 27.87, 27.87로 감소되는 경향을 보여, 튀김유의 L값보다 오히려 낮은 것으로 나타났다. a값(적색도)과 b값(황색도)은 튀김 횟수가 증가함에 따라 감소하였으나, 그 증가폭은 b값의 경우 더 큰 것으로 나타났다. 특히 b값의 경우 30마리 튀김 후부터 급격히 증가하였으며, 튀김유의 b값의 증가폭보다 큰 것으로 나타났다. 튀김닭의 품질을 평가하는데 있어서 색은 매우 중요한 지표가 되기 때문에, 30마

Table 2. Changes of color of frying oil and fried chicken according to frying number

Sample	Number of chicken frying					
	0	30	60	90	110	
Frying oil	L	31.57±0.01 ^a	31.07±0.01 ^b	28.75±0.01 ^c	26.72±0.01 ^d	26.18±0.02 ^e
	a	0.48±0.02 ^c	-0.91±0.02 ^c	-0.20±0.01 ^d	1.78±0.02 ^b	2.08±0.02 ^a
	b	1.77±0.01 ^d	6.17±0.01 ^c	11.69±0.01 ^a	11.17±0.02 ^b	11.21±0.02 ^b
Fried chicken	L	-	29.90±0.02 ^a	27.82±0.01 ^c	27.87±0.01 ^b	27.87±0.00 ^b
	a	-	-0.41±0.02 ^d	1.58±0.03 ^a	1.29±0.04 ^c	1.41±0.05 ^b
	b	-	13.56±0.03 ^b	13.79±0.03 ^a	13.08±0.01 ^c	12.58±0.03 ^d

^{a-e} Values with different superscript within a same row are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple test.

리 이상의 닭을 튀기는 것은 관능적인 측면에서 바람직하지 않은 것으로 판단된다.

5. 지방산 조성

닭 110마리 튀긴 후의 튀김유의 지방산 조성의 변화를 측정 한 결과(Table 3), 튀기기 전의 대두유의 지방산 조성은 팔미트산(C16:0) 10.58%, 스테아르산(C18:0) 4.03%, 올레산(C18:1) 25.28%, 리놀레산(C18:2) 51.34% 및 리놀렌산(C18:3) 5.61% 이었으나, 110마리 튀긴 후의 튀김유에서는 각각 팔미트산 15.08%, 스테아르산 5.19%, 올레산 30.03%, 리놀레산 39.45% 및 리놀렌산 4.18%이었다. 이들 결과에서 닭튀김 후에 리놀레산(C18:2)과 리놀렌산(C18:3)의 함량은 감소하였고, 팔미트산(C16:0)과 스테아르산(C18:0), 올레산의 함량은 상대적으로 증가하는 것을 알 수 있었다.

이러한 원인으로는 튀김 과정 중에 가열 산화가 진행되면 우선적으로 불포화도가 높은 지방산이 영향을 받아 이들 불포화지방산이 중합하거나 이중 결합이 작은 분자로 분열되어, 결국 가열산화가 진행될수록 전체 지방산에 대한 불포화지방산의 비가 감소하기 때문으로 생각되며, 또한 튀김 과정 중에 튀김유가 열 전달 매체로서 닭고기 안으로 흡수되고, 포화지방산의 함량이 높은 닭고기 중의 지방이 용출되어 외부의 튀김유 중으로 흘러나오면서 불포화지방산의 함량이 상대적으로 감소한 것도 한 원인으로 생각된다.

튀기기 전의 대두유의 총 포화지방산과 총 불포화지방산의 함량은 각각 16.08% 및 83.26%이었으나, 110마리 튀긴 후의 튀김유는 각각 22.6% 및 76.76%로 변화하여 총포화지방산은 6.52% 증가하고, 상대적으로 총 불포화지방산의 함량은 6.5% 감소하는 것으로 나타났다. 불포화지방산과 포화지방산의 비율인 U/S는 튀기기 전의 대두유의 경우, 5.17이었으나, 튀김유의 경우는 3.39이었다.

한편, 튀김닭에서 추출한 기름의 지방산 조성은 팔미트산

19.51%, 스테아르산 6.94%, 올레산 32.95%, 리놀레산 26.83%, 리놀렌산 2.57%로, 튀김유의 지방산 조성과는 상당히 달랐다. Joo KJ(1991)은 튀기기 전의 닭고기의 지방 함량은 4.8%이었지만, 닭을 튀긴 후의 지방 함량은 23.0%로 증가하였다고 하여, 본 실험에서의 닭에서 추출한 기름의 지방산 조성

Table 3. Fatty acid composition of frying oil and fried chicken after frying 110 chickens

Fatty acid	Soybean oil	Frying oil	Fried chicken
C14:0	0.08±0.00 ^c	0.45±0.09 ^b	1.71±0.05 ^a
C16:0	10.58±0.02 ^c	15.08±0.06 ^b	19.51±0.06 ^a
C16:1	0.10±0.00 ^c	2.12±0.02 ^b	3.28±0.02 ^a
C18:0	4.03±0.01 ^c	5.19±0.04 ^b	6.94±0.02 ^a
C18:1	25.28±0.01 ^c	30.03±0.17 ^b	32.95±0.05 ^a
C18:2	51.34±0.04 ^a	39.45±0.35 ^b	26.83±0.02 ^c
C18:3	5.61±0.01 ^a	4.18±0.05 ^b	2.57±0.01 ^c
C20:0	0.35±0.01 ^a	0.32±0.00 ^b	0.25±0.02 ^c
C20:1	0.19±0.00 ^c	0.25±0.01 ^b	0.28±0.00 ^a
C18:1t	nd	0.25±0.02 ^b	0.52±0.02 ^a
18:2t	0.66±0.00 ^a	0.50±0.01 ^b	0.33±0.04 ^c
ΣTFA ¹⁾	0.66±0.00 ^c	0.75±0.03 ^b	0.85±0.06 ^a
ΣSFA ²⁾	16.08±0.04 ^c	22.60±0.41 ^b	32.49±0.16 ^a
ΣUSFA ³⁾	83.26±0.04 ^a	76.65±0.43 ^b	66.49±0.10 ^c

¹⁾ Total trans fatty acid (g/100 g FA)=C18:1t (g/100 g FA)+C18:2t (g/100 g FA).

²⁾ Sum of saturated fatty acids.

³⁾ Sum of unsaturated fatty acids.

^{a-c} Values with different superscript within a same row are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple test.

의 변화는 튀김유의 흡수에 기인되는 것으로 사료된다.

일반 닭고기의 지방산 조성은 팔미트산(palmitic acid) 24.89%, 스테아르산(stearic acid) 6.08%, 올레산(oleic acid) 42.93%, 리놀레산(linoleic acid) 14.81%, 리놀렌산(linolenic acid) 0.79%이며(Young & Choi 2003), 닭기름의 불포화지방산과 포화지방산의 비율인 U/S는 1.89이었다. 한편 닭에서 추출한 기름의 불포화지방산과 포화지방산의 비율인 U/S는 2.05이었다

6. 트랜스지방산(Trans fatty acid)의 함량

트랜스지방산은 주로 경화유 제조 중의 부산물로 생성되는 것으로 알려져 있으며, 보통 부분경화유 중에 25~45% 함유한다(Ackman & Mag 1998). 그러나 불포화도가 높은 식용유의 탈취공정이나 튀김유 중에도 생성될 수 있다(Ahn *et al* 2008). 트랜스지방산은 LDL 콜레스테롤을 증가시키고, HDL 콜레스테롤은 감소시킴으로써 동맥경화성 심혈관 질환의 위험을 증가시킨다(Surth JH 2009, Jang & Lim 2008). 식약청에서는 2004년부터 트랜스지방 분석법을 확립하고, 2007년부터 식품 중 트랜스지방 함량의 영양 표시를 의무화하도록 하였다(Yoon *et al* 2011).

닭 110마리 튀김 후의 튀김유의 트랜스지방산의 함량을 측정된 결과(Table 3), 튀기기전의 대두유의 경우, trans linoleic acid(C18:2t) 0.66%였으며, elaidic acid(C18:1t)는 검출되지 않았으나, 110마리 튀긴 후의 튀김유의 경우, trans linoleic acid(C18:2t) 0.50%, elaidic acid(C18:1t) 0.25%로 trans linoleic acid의 함량이 elaidic acid의 함량보다 높았으며, 전체적으로 튀김유 중의 트랜스지방산의 함량은 그다지 높지 않은 것으로 나타났다.

Moreno *et al*(1999)은 올리브유, 해바라기씨유, 옥수수유 등의 정제 식물성 식용유에도 0.2~0.6%의 트랜스지방산을 함유하고 있으며, 이들 식용유를 가열하면 가열 온도와 시간이 증가할수록 트랜스지방산의 함량이 증가한다고 하였다. 또한 150~200℃에서는 유의적인 트랜스지방산의 증가가 보이지 않았으나, 250℃ 이상에서는 4~6%의 트랜스지방산이 형성되었다고 하였다.

한편, 튀김닭에서 추출한 기름의 트랜스지방산의 함량은 elaidic acid 0.52%, trans linoleic acid 0.33%로, 튀김유와는 달리 trans linoleic acid의 함량이 elaidic acid의 함량보다 높은 경향을 보였다.

식용유지의 종류에 따라서도 튀김 과정 중에 생성되는 트랜스지방산의 종류와 함량이 다르며, 올리브유와 같이 올레산 함량이 많은 유지에는 elaidic acid가 많이 생성되며, linoleic acid의 함량이 높은 대두유의 경우는 trans linoleic acid의 함량이 높다(Moreno *et al* 1999).

튀김닭에서 추출한 기름의 총 트랜스지방산의 함량은 0.85%

로, 튀김유(0.75%)보다 약간 높았는데(Table 3), 이는 닭기름 중에 본래 존재하는 트랜스지방산에 기인한 것으로 사료된다. 그러나 110마리 제 튀긴 튀김닭이나 튀김유의 총 트랜스지방산의 함량은 각각 0.75% 및 0.85%로, 식품 등 표준기준에 제시된 트랜스지방산 권장 가이드라인인 5%에 비교할 때, 유해성 문제에 대해서는 큰 영향을 주지 않을 것으로 사료된다.

7. 벤조피렌(Benzo[a]pyrene)의 함량

벤조피렌은 다환 방향족 탄화수소(polycyclic aromatic hydrocarbons; PAHs)의 일종으로, 체내에 유입되면 산화되어 독성을 나타내는 물질로 장기 노출 시 암이나 돌연변이 등을 유발할 수 있다. 식품의 벤조피렌은 건조와 훈제 등의 가공과정, 고온에서 굽거나 튀기는 조리 과정 중에 단백질, 지질, 탄수화물의 탄화에 의해 많이 생성되며, 농산물 등의 조리, 가공하지 않은 식품 등에도 존재한다(Kim & Ahn 1994, Lee & Kim 2009).

우리나라에서도 올리브유, 참기름, 들기름, 고추씨기름, 옥수수기름 등의 압착 식용유와 정제 식용유의 경우, 벤조피렌의 함량을 2.0 µg/kg 이하, 훈제 식육 제품 및 그 가공품의 경우 5.0 µg/kg 이하로 규제하고 있다(KFDA, 2010).

본 실험에서 110마리 닭튀김 후의 튀김유와 튀김닭에서 추출한 기름의 벤조피렌의 함량을 측정된 결과(Fig. 4), 각각 2.20 및 2.19 µg/kg으로 거의 비슷한 수준의 함량을 보였다.

Kim & Song(2008)은 볶음참깨와 들깨의 벤조피렌 함량을 측정된 결과, 볶음 시간에 관계없이 150℃ 이하에서는 각각 1.26~1.52 및 1.52~1.67 µg/kg의 함량을, 220℃에서는 각각 1.87~2.47 및 2.12~2.43 µg/kg의 함량을 나타내어, 볶음 온도가 벤조피렌 생성에 큰 영향을 미친다고 하였다. 또한 Cho *et al*(2011)은 시중 유통되고 있는 69개의 훈제 식육 제품(훈제치킨, 오리, 칠면조, 돼지 등)의 벤조피렌 함량을 조사한

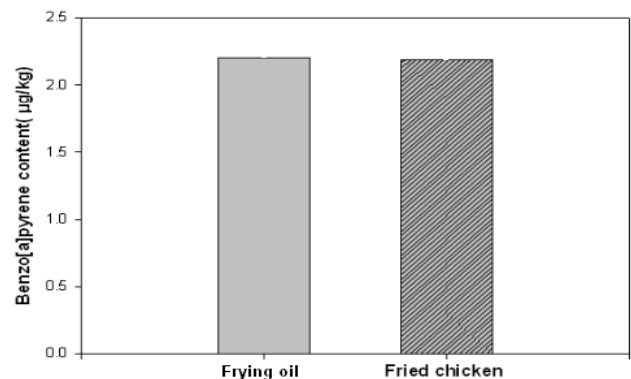


Fig. 4 Contents of benzo[a]pyrene of frying oil and fried chicken after frying 110 chickens.

결과, 벤조피렌의 검출 범위는 불검출~2.87 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 이었고 평균 농도는 0.42 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 이었다고 보고하였다. 본 실험 결과에서도 튀김유 및 튀김닭에서 추출된 기름에서 상당량의 벤조피렌이 검출되어, 앞으로 이에 대한 좀 더 구체적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

요 약

본 연구에서는 닭튀김을 일정기간 반복 재사용했을 때, 닭튀김 횡수에 따른 튀김유 및 튀김닭의 품질 저하 정도를 비교, 검토하였다. 닭 110마리 튀긴 후의 튀김유 및 튀김닭의 산가는 각각 2.27 및 1.90이었으며, 공액 이중 산가는 각각 0.70 및 0.44였다. 과산화물가는 튀김 횡수에 따른 일률적인 증가를 보이지 않았다. 닭 110마리 튀긴 후 튀김유의 지방산조성을 보면, 리놀레산과 리놀렌산의 함량은 감소하고, 팔미트산과 스테아르산, 올레산의 함량은 상대적으로 증가하였다. 110마리 튀긴 후의 튀김유와 튀김닭의 트랜스지방산의 함량은 각각 0.75 및 0.45%이었으며, 벤조피렌의 함량은 각각 2.20 및 2.19 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 으로 거의 차이가 없었다. 전체적으로 튀김유와 튀김닭의 품질은 닭 60마리 튀긴 후 현저하게 감소되었다.

문 헌

- Ackman RG, Mag TK (1998) Trans fatty acids and the potential for less in technical products. In Sebedio JL, Christie WW, eds. Trans fatty acids in human nutrition. The Oily Press. Dundee, UK pp. 35-58.
- Ahn MS, Seo MS, Kim HJ (2008) A study on various trans fatty acid contents. *Korean J Food Cookery Sci* 24: 542-548.
- AOCS (1990) Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society. Champaign, IL. USA Cd 8-53.
- AOCS (1990) Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society. Champaign, IL. USA Ce 1-62.
- AOCS (1990) Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society. Champaign, IL. USA Te-1a-64.
- AOCS (1990) Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society. Champaign, IL. USA Ti 1a-64.
- Blumenthal MM (1991) A new look at the chemistry and physics of deep-fat frying. *Food Technol* 45: 68-71.
- Chang YS, Yang JH (2001) Oxidative stability of tallow heated by different frying conditions. *Korean J Postharvest Sci Technol* 8: 331-337.
- Cho HK, Kim Mh, Park SK, Shin HS (2011) Analysis of benzo[a]pyrene content and risk assessment. *Korean J Food Sci Ani Resour* 31: 960-965.
- Choe E, Min DB (2007) Chemistry of deep-fat frying oil. *J Food Science* 72:77-86.
- Chough NJ (2004) Evaluation of the safety of fried-food in fast food store. *J Fd Hyg Safety* 19: 55-59.
- Jang JR, Lim SY (2008) Effect of trans fat on lipid profiles and fatty acid composition in serum, heart, liver and kidney in mice. *Journal of Life Science* 18: 1147-1153.
- Jeon MS, Kim JY, Lee JW, Lee KT (2008) Changes in total trans fatty acids content in soybean oil, shortening, and olive oil used for frying. *J East Asian Soc Dietary Life* 18: 181-189.
- Joo KI (1991) Lipid content and fatty acid composition of various deep-fat fried foods. *J Korean Soc Food Nutr* 20: 162-166.
- Kim DH (2010) Food chemistry. Tamkudang Press. Seoul, Korea. pp. 727-728.
- Kim EM, Yi HC, Kim SN, Lee MA, Kim JW (2009) Study on the usage status and the management process of ingredients in fried foods provided in school food services. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 261-266.
- Kim HY, Song DS (2008) Minimizing benzo(a)pyrene content in the manufacturing of sesame oil and perilla oil. *Korean J Food Preserv* 15: 556-561.
- Kim IS, Ahn MS (1994) A study on the occurrence of benzo(a)pyrene in fats and oils by heat treatment(II). *Korean J Soc Food Sci* 10: 301-307.
- Kim NS, Shin JA, Lee KT (2006) Physiochemical properties of repeated deep-frying oil and odor pattern analysis by electronic nose system. *J East Asian Soc Dietary Life* 16: 717-723.
- Korea Food and Drug Administration (2010) Korean Food Standards Codex 2010. Seoul, Korea.
- Lee JK, Yoon KS (2011) A study of adult's consumption of cooked food with high heat. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 290-307.
- Lee JW, Park JW (2010) Changes of fatty acid composition and oxidation stability of edible oils with frying number of french fried potatoes. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:

- 1011-1017.
- Lee KB, Kim DS (2009) Changes in benzo(a)pyrene content during processing of corn oil. *Korean J Food Preserv* 16: 75-81.
- Mann CC (2005) Provocative study says obesity may reduce U.S. life expectancy. *Science* 307: 1716-1717.
- Moreno MCM, Olinares DM, Lopez FJA, Adelantado JVG, Reig FB (1999) Determination of unsaturation grade and trans isomers generated during thermal oxidation of edible oils and fats by FTIR. *J Molecular Structure* 482-483: 551-556.
- Osawa CC, Goncalves LAG, Ragazzi S (2007) Correlation between free fatty acids of vegetable oils evaluated by rapid tests and by the official method. *Journal of Food Composition and Analysis* 20: 523-528.
- Park GY, Kim AK, Park KA, Jung BK (2003) Acidification of frying oil used for chicken. *J Fd Hyg Safety* 18: 36-41.
- SAS. Institute, Inc (1990) SAS user's guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA.
- Son JY, Chung MS, Ahn MS (1998) The changes of physico-chemical properties of the frying oils during potato and chicken frying. *Korean J Soc Food Sci* 14: 177-181.
- Son JY (2011) Food chemistry. Jinro Publishing Co. Seoul, Korea. pp 108-110.
- Song YS, Jang MS (2002) Physicochemical properties of used frying oil in food service establishment. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 18: 340-348.
- Surth JH (2009) Trans fatty acid and health. *Korean J Dairy Sci Technol* 27: 25-36.
- Yoon TH, Lee SM, Shin HJ, Lee SY, Hong J, No KM, Park KS, Leem DG, Lee KH, Leong JY (2011) Study of trans fatty acids and saturated fatty acids in child-favored foods. *Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1562-1568.
- Young HT, Choi HJ (2003) Studies on nutrient components between the Chungjung chicken meats and general chicken meats. *Korean J Food & Nutr* 16: 187-191.

접 수: 2012년 6월 29일
 최종수정: 2012년 8월 16일
 채 택: 2012년 8월 22일