

# 닭튀김유의 품질 특성에 대한 Oil-water fryer의 효과

손종연<sup>1†</sup> · 강근옥<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한경대학교 식품생물공학과 식품생물산업연구소, 한경대학교 영양조리과학과<sup>2</sup>

Effect of an Oil-Water Fryer on Quality Properties of Deep Frying Oil Used for Chicken

Jong-Youn Son<sup>1†</sup> and Kun-Og Kang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Food and Biotechnology & Institute of Food Industry and Biotechnology,  
Hankyong National University, Gyeonggido 456-749, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Nutrition and Culinary Science Hankyong Hankyong National University, Gyeonggido 456-749, Korea

## Abstract

This study was investigated the effect of an oil-water fryer on quality properties of deep frying oil used for chicken. The acid and conjugated dienoic acid values of frying oil using an oil-water fryer were lower than those using a deep fat fryer, whereas the iodine value of frying oil using an oil-water fryer was higher than that using a deep fat fryer. The peroxide values of frying oil did not increase with frying number. Frying oil with an oil-water fryer had lower palmitic acid, stearic acid and oleic acid, and higher linoleic and linolenic acid contents than those with a deep fat fryer. The contents of trans-fatty acids in frying oil using a deep fat fryer and oil-water fryer after frying 110 chickens were 0.75% and 0.47%, respectively. The benzopyrene contents of frying oil using a deep fat fryer and an oil-water fryer after frying 110 chickens were 2.20 and 1.61  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , respectively.

Key words : oil-water fryer, deep frying oil, free fatty acid, trans fatty acid, benzopyrene

## 1. 서론

튀김식품은 고온의 식용유를 이용하여 단시간 조리하는 조리방법으로, 최근 식생활의 다양화 및 기호성의 변화로 튀김 조리의 이용과 소비량이 증가하고 있다(Park GY 등 2004, Song YS와 Jang MS 2002). 특히, 튀김유는 튀김식품 중에 흡수되어 바삭바삭한 조직감과 독특한 향미를 부여하고, 영양학적으로는 필수지방산 및 지용성 비타민의 공급원으로 중요하다(Kim EM 등 2009).

그러나 튀김유는 장시간 가열되면 가열산화, 열에 의한 분

해 및 중합, 가수분해 등이 급속하게 일어나게 되며, 그 결과 유리지방산의 형성, 발연점 저하, 점도의 증가, 지속적 발포, 착색 등의 여러 현상과 함께 튀김유와 튀김식품의 향미와 안정성을 저하시킨다(Choe E와 Min DB 2007, Choi ES와 Gil BG 2011).

또한 최근 튀김 과정 중의 동맥경화의 원인이 되는 트랜스 지방산(trans fatty acid)이나 발암성 물질인 벤조피렌(benz[a]pyrene)의 생성에 대한 관심이 높아지고 있다(Yoon TH 등 2011, Gil BI와 Rho JH 2007). Ahn MS 등(2008a)은 4종의 식물성 식용유를 튀김유로 사용할 때, 트랜스지방산의 함량을 조사한 결과, 가열온도와 가열시간의 증가에 따라 트랜스지방산의 함량이 증가하였으며, 그 함량은 옥배유 > 대두유, 채종유 > 올리브유의 순으로 높았다고 하였다. 또한 Kim IS 등(1994)은 대두유를 180°C에서 50시간 가열했을 때, 발암성물질인 벤조피렌의 생성량을 조사한 결과, 초기 0.146  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 에서 30시간에는 0.478  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 50시간에는 0.367  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 의 함량을 보였다고 하였다.

<sup>†</sup>Corresponding author: Jong-Youn Son, Dept. of Food and Biotechnology & Institute of Food Industry and Biotechnology, Hankyong National University, Gyeonggido 456-749, Korea  
Tel: +82-31-670-5155  
Fax: +82-31-670-5159  
E-mail: nawin98@chol.com

튀김유의 품질저하는 튀김에 사용하는 튀김유의 불포화도도 중요하지만, 튀김재료의 종류, 튀김방법, 튀김온도, 튀김유의 재사용 횟수, 튀김용기 등에도 크게 영향을 받는다(Lee JW와 Park JW 2010, Kim NS 등 2006). 튀김 재료 중에 밀가루와 같은 미세 입자가 많이 존재할수록 튀김유의 산화분해, 가수분해 등이 촉진되어 발연점의 저하 및 튀김식품의 착색이 급속히 진행된다. 발연점에서 발생하는 연기는 튀김식품에 흡수되어 나쁜 냄새와 맛을 부여하므로 발연점을 저하시키는 요인들을 제거하는 것이 바람직하다(Kim DH 2010).

튀김기는 일반적으로 기름만으로 튀기는 deep fat fryer를 사용하고 있으나, 근래 oil-water fryer가 개발되어 이용되고 있다. Oil-water fryer는 기름과 물을 함께 넣고 튀기는 것으로, 기름과 물의 비중차이로 상층의 기름과 하층의 물로 나누어져 있어, 튀김과정 생기는 튀김찌꺼기 등이 하층의 물로 이동하여 튀김유의 산패를 억제하는 효과가 기대되고 있으나 이들에 대한 구체적인 효과에 대한 연구는 아직 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 oil-water fryer를 이용하여 반복적으로 닭튀김할 때 튀김횟수에 따른 튀김유의 품질 변화를 일반적으로 널리 사용되고 있는 deep fat fryer와 비교, 분석하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 재료 및 시료의 전처리

본 실험에서 튀김에 사용된 식용유는 대두유(Daesang Co, Korea)이었으며, 튀김재료로는 11토막으로 절단된 생닭(900 g)을 시중에서 구입하여 사용하였다. 생닭은 튀김옷(백호식품,

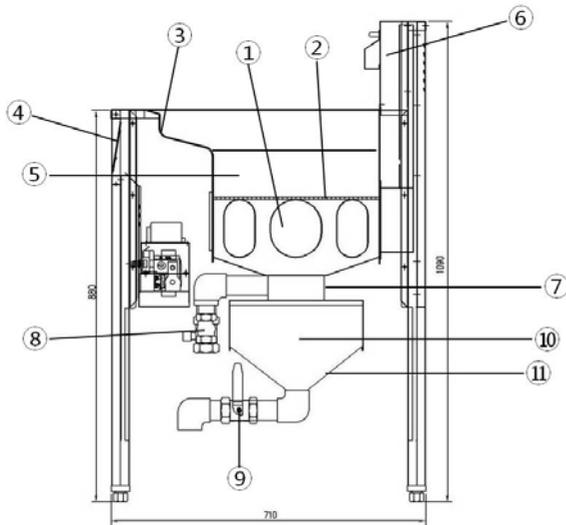


Fig. 1. Schematic diagram of the oil-water fryer. OK  
 (1) heating pipe, (2) filtering net, (3)oil vessel, (4) temperature controller, (5) oil layer, (6) fryer body, (7) neck part, (8) oil exhaust valve, (9) water exhaust valve, (10) water layer, (11) water vessel

베타과우다)을 입혀 자동 온도조절기가 부착된 deep fat fryer(H사, Korea)와 oil-water fryer(e-clean Inc, Korea)에 튀김 닭 전문점에서 조사된 튀김조건에 맞춰 각각 대두유 26 L를 넣고 170±3℃에서 정확히 10분간 튀겼다. Oil-water fryer는 기름층(상층)과 물층(하층)로 구성되어 있어 튀김옷으로부터 떨어져 나오는 부산물들이 물층으로 이동되도록 하였으며, 기름과 물의 비율은 26:13이었다(Fig. 1). 또한 기름층과 물층을 연결하는 neck부를 좁게 하여 기름의 이동경로의 면적을 최소화하여 기름층의 열이 물층으로 전달되는 것을 차단함으로써 물층의 온도를 50℃ 이하로 관리하도록 하였으며, 튀김물과 heating pipe의 접촉을 방지하기 위하여 heating pipe 위부분에 거름망을 설치하였다. 실험에 사용한 튀김기는 동일크기의 스테인리스스틸 재질(44 x 69 x 88 cm<sup>3</sup>)를 사용하였으며, 연료원으로는 LPG를 사용하였다. 닭튀김은 3일 동안에 걸쳐 행하였으며, 첫째 날은 2마리씩 30회, 둘째 날은 1마리씩 30회, 셋째 날은 1마리씩 20회 튀겼다. 튀김과정 중 감소하는 튀김유는 보충하지 않았으며, 튀김닭 전문점과 같이 하루에 한번 씩 여과장치로 여과하여 사용하였다. 제조된 튀김유는 30, 60, 90 및 110마리째마다 채취하여 갈색병에 담고 -70℃에 보관하면서 분석에 이용하였다.

### 2. 산패도의 측정

산가(acid value)는 AOCS Te-1a-64 방법(AOCS 1990), 요오드가(iodine value)는 AOCS Cd 1-25, 과산화물가(peroxide value)는 AOCS Cd 8-53 방법으로, 공액이중산가(conjugated dienoic acid value)는 AOCS Ti 1a-64 방법으로 3회 반복하여 측정하였다. 산패도 측정에 사용한 시약은 모두 1급 시약이었다.

### 3. 색도의 측정

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

### 4. 지방산 조성 분석

튀김유의 지방산 조성은 AOCS Ce 1-62방법(AOCS 1990)에 따라 methyl ester화하여 gas chromatography(Agilent Technologies INC, Santa Clara, California, USA)에 의해 3회 반복하여 분석하였다. 이때의 조작조건은 Table 1과 같았다. 그리고 튀김유의 총 트랜스 지방산의 함량(total fatty acid, g/100 g)을 구하였다.

Table 1. Gas Chromatograph operating conditions for fatty acid analysis

Instrument	Agilent 689N (Agilent Technologies INC, Santa Clara, California, USA)
Column	SP-2560 (100 m x 0.2 um x 0.25 nm)
Detector	Flame Ionization Detector (FID)
Carrier gas	N <sub>2</sub> (1 mL/min)
Oven temp.	180℃
Injector temp.	250℃
Detector temp.	280℃

### 5. Benzopyrene 함량 측정

#### 1) 분석시료의 추출

튀김유 시료 10 g을 정량하고 n-hexane 100 mL에 녹여 분액깔때기(I)에 옮기고 N,N-dimethylformamide-water(9:1, v/v) 50 mL를 넣어 흔들어 섞은 후 정치하여 N,N-dimethylformamide-water층을 다른 분액깔때기(II)에 옮겼다. n-Hexane층에 N,N-dimethylformamide-water 25 mL씩을 넣고 위와 같이 2회 반복하여 N,N-dimethylformamide-water층을 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 탈수여과 한 후 40℃ 이하의 수욕상에서 감압하여 약 2 mL로 농축하였다.

#### 2) Benzopyrene 함량의 정량

활성화시킨 Sep-Pak Florisil cartridge에 시험용액을 1 mL/min의 속도로 가하였다. 이어서 n-hexane 10 mL와 n-hexane/dichloromethane(3:1, v/v) 8 mL로 용출시켜 전량을 40℃ 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 형광검출기가 내장된 HPLC(Agilent Technologies, 1200 Series, Germany)에 주입하고, acetonitrile-water(80:20, w/w) 혼합용매를 이동상으로 하여 1 mL/min의 속도로 검출기 여기파장 294 nm, 형광파장 404 nm에서 3회 반복하여 분석하였다. 이때 benzopyrene의 양은 아래의 식으로 계산하였다. 즉, 검량곡선에서 얻어진 표준물질과 내부표준물질(3-methylcholanthrene)의 피크에 대한 면적비[A<sub>s</sub>/A<sub>IS</sub>]를 Y축으로 하고 표준물질의 농도를 X축으로 하여 검량곡선을 작성하고 시험용액의 면적비[ASAM/ASAMIS]를 Y축에 대입하여 벤조피렌의 농도를 계산하였다.

- A<sub>s</sub> : 검량곡선 표준용액의 표준물질 피크면적
- A<sub>IS</sub> : 검량곡선 표준용액의 내부표준물질 피크면적
- A<sub>SAM</sub> : 시험용액의 벤조피렌 피크면적
- A<sub>SAMIS</sub> : 시험용액의 내부 표준물질 피크면적

### 6. 통계적 분석

SAS(Statistical Analysis System) 통계 Package(SAS, Institute, Inc. 1990)를 사용하여 각각의 분석 데이터를 통계 분석하였으며, Duncan 다범위 검증(Duncan's multiple range test)을 실시하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 닭튀김시간에 따른 튀김유의 온도변화

Deep fat fryer 및 oil-water fryer를 이용하여 닭을 튀겼을 때의 튀김유의 온도변화를 측정한 결과(Fig. 2), deep fat fryer로 튀긴 경우, 튀김물을 넣기 전의 온도 170℃에서 튀김물을 넣고 1분 후 158℃로 저하되었으며, 5분 경과 후 초기온도인 170℃에 도달하였다. 이러한 결과는 oli-water fryer로 튀긴 경우에도 비슷한 온도변화를 보였으며, deep fat fryer와 oil-water fryer의 유의적 차이는 없는 것으로 나타났다 (p<0.05).

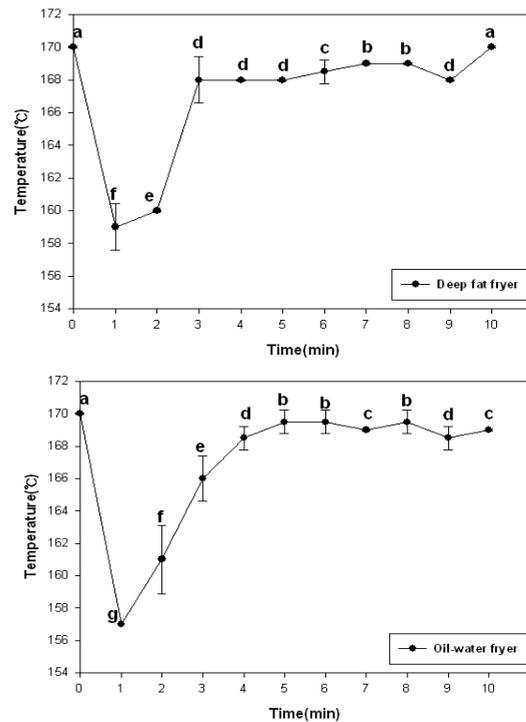


Fig. 2. Changes in temperature of the frying oil during chicken frying by deep fat fryer and oil-water fryer. Values are mean±SD(n=3).

<sup>a-g</sup>Values with different superscript on the same line graph are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple test.

#### 2. 산가(acid value)의 변화

닭튀김횟수에 따른 튀김유의 산가의 변화를 측정한 결과(Fig. 3), 0, 30, 60, 90 및 110마리 튀긴 후의 튀김유의 산가는 deep fat fryer로 튀긴 경우, 각각 0.03, 0.34, 1.20, 2.01 및 2.27이었으며, oil-water fryer로 튀긴 경우, 각각 0.03, 0.23, 0.61, 1.06 및 1.11이었다. 이 결과에서 닭튀김시의 산가는 튀

김횡수에 증가함에 따라 증가하였으며, oil-water fryer로 튀긴 경우, 30마리까지는 산가의 차이가 크지 않았으나, 30마리 튀긴 후부터 산가가 급속히 증가하는 것으로 나타났다. 전체적으로 oil-water fryer로 튀겼을 때의 산가는 deep fat fryer로 튀겼을 때보다 낮았으며, oil-water fryer로 110마리 튀긴 후의 산가(1.11)는 deep fat fryer로 튀겼을 때의 산가(2.27)보다 약 2.0 배 정도 낮았다. 그러나 본 실험에서 deep fat fryer와 oil-water fryer로 닭 110마리를 튀긴 후의 산가는 모두 식품위생법상 튀김유의 기준치인 산가 2.5 보다 낮은 것으로 나타났다.

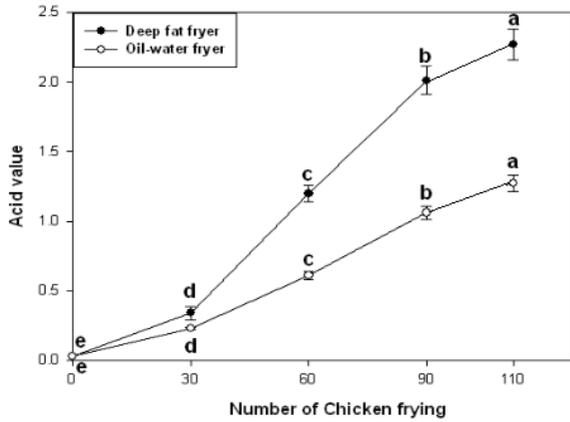


Fig. 3. Changes of acid value of the frying oil during chicken frying by deep fat fryer and oil-water fryer. Values are mean±SD(n=3).

<sup>a-e</sup>Values with different superscript on the same line graph are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple test.

산가는 유지 1 g 중에 함유된 유리지방산을 중화시키는데 필요한 KOH의 mg수로 정의된다. 튀김유는 튀김과정 중에 가열에 의해 유리지방산과 글리세롤로 분해되어, 가열시간이 길수록, 튀김횡수가 많을수록 유리지방산의 형성량이 증가한다 (Osawa CC 등 2007). 형성된 유리지방산은 유지의 자동산화를 촉진시켜 튀김유 및 튀김식품의 품질을 저하시킨다. 튀김유를 반복적으로 재사용하면 유리지방산 함량이 증가하여 발연점이 급격히 저하된다. 또한 유지를 장시간 가열하면 글리세롤 1분자에서 2분자의 물이 빠져나와 분자량이 매우 작은 아크롤레인(acrolein)이 생성되어 강한 독성과 자극치를 나타내며, 발연점의 저하 원인이 된다(Lee JK와 Yoon KS 2011).

이와 같은 원인에 의해 발연점이 저하된 튀김유에서 발생하는 연기가 튀김식품에 흡착되어 향미에 나쁜 영향을 준다 (Kim DH, 2010). 본 실험에서도 deep fat fryer로 닭 60마리를 튀긴 후, 연기가 발생하는 현상이 나타났다.

한편, oil-water fryer로 튀긴 경우는 닭 110마리 튀긴 후에도 연기가 발생하는 현상은 보이지 않았다.

튀김과정 중에 식용유가 고온에서 계속 노출됨에 따라 가수분해나 중합, 산화와 같은 여러 화학반응이 일어나고, 이때 생성된 산화생성물이나 중합체들이 튀김유의 변질을 가속화시킨다.(Paul S와 Mittal GS 1997). 또한, 튀김유를 사용함에

따라 비극성의 triglyceride가 분해되어 그 함량이 감소하고 대신 극성물질들의 함량이 증가한다(White PJ 1991). 극성화합물은 가열 중합반응에 의해 생성된 중합체와 단량체의 산화물, 가수분해에 의해 생성된 모노글리세라이드, 다이글리세라이드, 유리지방산 등으로 구성되어 있다(Farhoosh R과 Tavassoli-Kafrani MH 2011). Choi ES와 Gil BG(2011)는 프렌치프라이, 치킨너겟 및 도넛을 대두유로 72시간 튀겼을 때의 총 극성화합물의 함량을 측정된 결과, 각각 17.58%, 13.45% 및 16.69%로, 가열전 2.12%에 비해 유의적으로 증가하였다고 하였다.

따라서 oil-water fryer로 튀긴 경우, 튀김과정 중에 생기는 튀김찌꺼기나 튀김유의 분해에 의해 생성되는 극성물질들이 하층의 물 부분으로 이동하여 deep fat fryer에 비해 튀김유의 산패가 지연되는 것으로 사료된다.

### 3. 요오드가(iodine value)의 변화

요오드가는 식용유지의 불포화도를 표시하는 척도로, 불포화지방산의 함량이 많을수록 요오드가는 높아진다(Naz S 2005). 따라서 튀김유의 요오드가의 감소는 가열산화에 의해 불포화지방산의 이중결합의 감소로 튀김유의 불포화도가 낮아짐을 의미한다.

가열산화가 진행되면 우선적으로 불포화도가 높은 지방산이 영향을 받아 이들 불포화지방산이 중합하거나 이중결합이 작은 분자로 분열된다. 따라서 가열산화가 진행될수록 전체 지방산에 대한 불포화지방산의 비가 감소하여 요오드가는 점차 감소하게 된다.

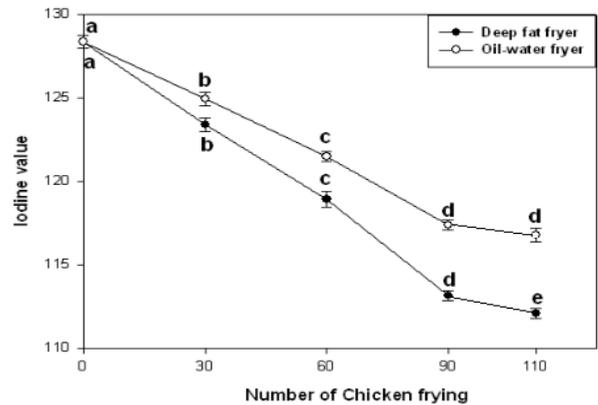


Fig. 4. Changes of iodine value of frying oil during chicken frying by deep fat fryer and oil-water fryer. Values are mean±SD (n=3).

<sup>a-e</sup>Values with different superscript on the same line graph are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple test.

튀김횡수에 따른 튀김유의 요오드가의 변화를 측정된 결과 (Fig. 4), 0, 30, 60, 90 및 110마리 튀긴 후의 요오드가는 deep fat fryer로 튀긴 경우, 각각 128.36, 123.39, 118.92, 113.13 및 112.06로 나타났으며, oil-water fryer로 튀긴 경우,

각각 128.36, 124.95, 121.51, 117.31 및 116.78로 나타났다. 이 결과에서 닭튀김시의 요오드가는 튀김횟수에 증가함에 따라 감소하였으며, oil-water fryer로 튀긴 경우, deep fat fryer의 경우보다 요오드가의 감소가 적은 것으로 나타났다. 이들 결과로부터 deep fat fryer에서의 튀김유가 oil-water fryer의 경우보다 가열산화의 진행이 빠른 것을 알 수 있었다.

#### 4. 과산화물가(peroxide value)의 변화

튀김횟수에 따른 튀김유의 과산화물가의 변화를 측정된 결과(Fig. 5), 0, 30, 60, 90 및 110마리 튀긴 후의 과산화물가는 deep fat fryer로 튀긴 경우, 각각 0.10, 2.45, 3.18, 2.68 및 2.97로 나타났으며, oil-water fryer로 튀긴 경우, 각각 0.10, 3.22, 2.41, 2.50 및 2.51로 나타났다. 이들 결과에서 닭튀김시의 과산화물가는 튀김횟수에 증가함에 따라 일률적인 증가를 보이지 않았으며, deep fat fryer 및 oil-water fryer로 튀긴 경우에서도 그 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 식용유지의 산화과정 중 생성된 일차산화물인 과산화물이 이차산화물로 분해되며, 이러한 과산화물의 분해는 가열온도가 높을수록 더욱 빨리 일어나기 때문으로 생각된다. Son JY 등(1998)은 튀김과정 중에서는 과산화물의 분해속도가 가속화되어 과산화물이 축적되지 않고 바로 분해된다고 하였다.

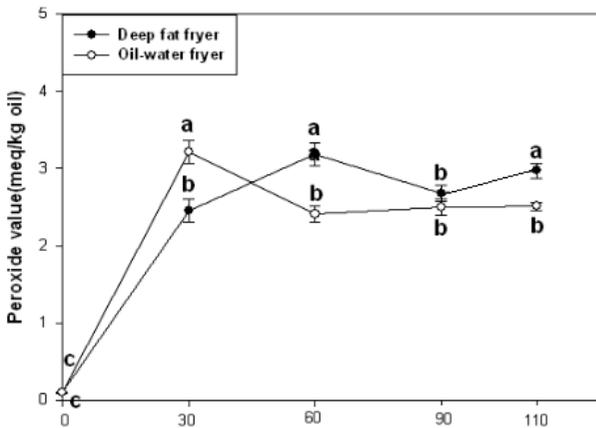


Fig. 5. Changes of peroxide value of frying oil during chicken frying by deep fat fryer and oil-water fryer. Values are mean±SD (n=3).

<sup>a-c</sup>Values with different superscript on the same line graph are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple test.

#### 5. 공액이중산가(conjugated dienoic acid value)의 변화

튀김횟수에 따른 튀김유의 공액이중산가의 변화를 측정된 결과(Fig. 6), 0, 30, 60, 90 및 110마리 튀긴 후의 공액이중산가는 deep fat fryer로 튀긴 경우, 각각 0.15, 0.30, 0.47, 0.61 및 0.70로 나타났다. 이들 결과에서 공액이중산가는 60마리

튀길 때까지는 튀김횟수가 증가함에 따라 일률적으로 증가하였으나, 60마리 튀긴 이후부터는 그 증가폭이 다소 감소하는 것으로 나타났다. 또 산가와 비교해 볼 때, 30마리 튀긴 후부터 급격히 증가하기 시작한 산가의 측정치와 다소 다른 경향을 나타내었다.

유지를 구성하고 있는 리놀레산, 리놀렌산 중의 이중결합은 가열에 의해 열역학적으로 더 안정된 형태인 공액이중결합으로 변환된다. 유지의 가열 및 산화과정에서 일어나는 중요반응의 하나는 dimerization 및 polymerization으로 이 반응에 의해 중합체가 형성된다. 중합체의 형성은 산화과정에서 형성된 free radical에 의해서도 형성되지만, 공액이중결합을 가진 유지 분자들은 다른 유지 분자들의 이중결합과 디엘즈-알더 부가반응(Diels-Alder addition reaction)을 통해서 주로 생성되는 것으로 알려져 있다(Choe E와 Min DB 2007).

따라서 본 실험에서 60마리 튀긴 이후 공액이중산가의 증가폭이 감소하는 것은 공액이중결합을 가진 유지분자들이 중합체를 형성하여, 상대적으로 공액이중산가의 증가폭이 감소한 것으로 판단된다.

한편 oil-water fryer로 0, 30, 60, 90 및 110마리 튀긴 후의 공액이중산가는 각각 0.15, 0.29, 0.42, 0.50 및 0.51로, deep fat fryer로 튀긴 경우보다 낮은 공액이중산가를 보였다.

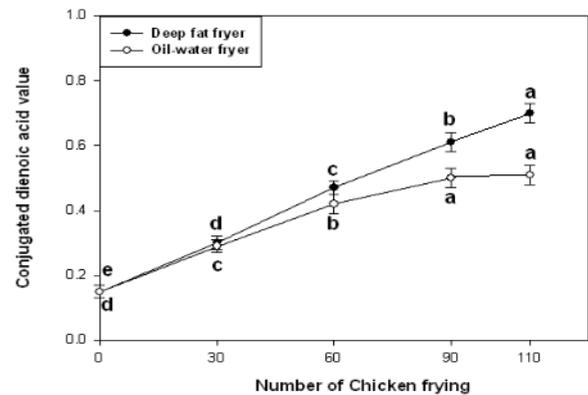


Fig. 6. Changes of conjugated dienoic acid value of frying oil during chicken frying by deep fat fryer and oil-water fryer. Values are mean±SD (n=3).

<sup>a-c</sup>Values with different superscript on the same line graph are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple test.

#### 6. 튀김유의 색도의 변화

닭튀김횟수에 따른 튀김유의 색도의 변화를 측정된 결과(Table 2), L 값(명도)은 deep fat fryer 및 oil-water fryer로 튀긴 경우 모두에서 튀김횟수가 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였으나, deep fat fryer의 경우, 감소폭이 더 큰 것으로 나타났다. a 값(적색도)은 deep fat fryer로 튀긴 경우, 초기 60마리튀긴 후까지는 감소하였으나 그 후 증가하는 경향을 보였으며, oil-water fryer로 튀긴 경우 계속적으로 증가하는

Table 2. Changes of color of frying oil during chicken frying by deep fat fryer and oil-water fryer

Sample		Number of chicken frying				
		0	30	60	90	110
Frying oil by deep fat fryer	L	31.57±0.011 <sup>aa</sup>	31.07±0.01 <sup>bb</sup>	28.75±0.01 <sup>cb</sup>	26.72±0.01 <sup>db</sup>	26.18±0.02 <sup>eb</sup>
	a	0.48±0.02 <sup>cc</sup>	-0.91±0.02 <sup>ef</sup>	-0.20±0.01 <sup>de</sup>	1.78±0.02 <sup>be</sup>	2.08±0.02 <sup>ae</sup>
	b	1.77±0.01 <sup>db</sup>	6.17±0.01 <sup>cc</sup>	11.69±0.01 <sup>ac</sup>	11.17±0.02 <sup>bc</sup>	11.21±0.02 <sup>bc</sup>
Frying oil by oil-water fryer	L	31.57±0.01 <sup>aa</sup>	31.19±0.01 <sup>ba</sup>	30.32±0.01 <sup>ca</sup>	29.45±0.00 <sup>da</sup>	29.42±0.00 <sup>ea</sup>
	a	0.48±0.02 <sup>cc</sup>	-0.63±0.02 <sup>ee</sup>	-1.47±0.03 <sup>ef</sup>	-0.68±0.02 <sup>df</sup>	-0.44±0.00 <sup>bf</sup>
	b	1.77±0.01 <sup>db</sup>	5.57±0.01 <sup>dd</sup>	9.99±0.02 <sup>cd</sup>	10.34±0.02 <sup>bd</sup>	10.51±0.00 <sup>bd</sup>

<sup>1)</sup> Values are mean±SD (n=3)

<sup>a-c</sup> Values with different superscript within a same row are significantly different (p(0.05) by Duncan's multiple test

<sup>A-F</sup> Values with different superscript within a same column are significantly different (p(0.05) by Duncan's multiple test

경향은 보이지 않았다. b값(황색도)은 deep fat fryer 및 oil-water fryer로 튀긴 경우 모두에서 튀김횟수가 증가함에 따라 크게 증가하였으며, deep fat fryer의 경우 더 높은 것으로 나타났다. 전체적으로 볼 때, deep fat fryer와 oil-water fryer 모두에서 60마리 튀긴 후의 색도의 변화, 특히 b값의 변화는 크게 나타나지 않았는데, 이는 60마리, 90마리 튀긴 후, 각각 여과장치에 의해 여과한 결과에 기인하는 것으로 사료된다.

### 7. 지방산 조성의 변화

닭 110마리 튀긴 후의 튀김유의 지방산조성의 변화를 측정 한 결과(Table 3), deep fat fryer 및 oil-water fryer에서 튀긴 튀김유 모두에서 불포화지방산인 리놀레산(18:2)과 리놀렌산(18:3)의 함량은 감소하였고, 포화 지방산인 팔미트산(16:0)과 스테아르산(18:0) 함량은 상대적으로 증가하였다. 이는 튀김과정 중에 튀김유가 열전달매체로서 닭고기 안으로 흡수되고, 닭고기의 포화지방이 용출되어 외부의 튀김유 중으로 흘러나 오면서 튀기기전의 지방산 조성이 바뀐 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% 등으로 구성되어 있다(Young HT와 Choi HJ. 2003).

그럼에도 불구하고 oil-water fryer로 튀긴 경우, deep fat fryer로 튀김 경우에 비해 불포화지방산의 함량이 높고, 상대적으로 포화지방산의 함량이 낮은 것으로 나타났다. Deep fat fryer 및 oil-water fryer에서의 튀김유의 불포화지방산의 함량은 각각 76.65% 및 79.32%로, oil-water fryer로 튀김 경우가 약 3% 정도 더 높았으며, 동맥경화의 원인이 되는 포화지방산의 함량은 각각 22.60% 및 20.22%로, oil-water fryer로 튀긴 경우가 약 2.4% 정도 낮은 것으로 나타났다. 특히, 필수지방산인 리놀레산(18:2)과 리놀렌산(18:3)의 경우, oil-water fryer로 튀긴 경우가 deep fat fryer로 튀김 경우에 비해 약 5.2% 정도 높은 함량을 나타냈다.

Deep fat fryer로 튀긴 경우와 oil-water fryer로 튀긴 경우의 불포화지방산과 포화지방산의 비율인 U/S는 각각 3.39 및 3.92였다.

Table 3. Fatty acid composition of frying oil by chicken in deep fat fryer and oil-water fryer after 110 of chicken frying

Fatty acid	Soybean oil	Frying oil by deep fat fryer	Frying oil by oil-water fryer
C14:0	0.08±0.00 <sup>c</sup>	0.45±0.09 <sup>a</sup>	0.27±0.00 <sup>b</sup>
C16:0	10.58±0.02 <sup>c</sup>	15.08±0.06 <sup>a</sup>	13.58±0.02 <sup>b</sup>
C16:1	0.10±0.00 <sup>c</sup>	2.12±0.02 <sup>a</sup>	1.51±0.00 <sup>b</sup>
C18:0	4.03±0.01 <sup>c</sup>	5.19±0.04 <sup>a</sup>	4.87±0.01 <sup>b</sup>
C18:1	25.28±0.01 <sup>c</sup>	30.03±0.17 <sup>a</sup>	28.27±0.02 <sup>b</sup>
C18:2	51.34±0.04 <sup>a</sup>	39.45±0.35 <sup>c</sup>	43.88±0.04 <sup>b</sup>
C18:3	5.61±0.01 <sup>a</sup>	4.18±0.05 <sup>c</sup>	4.93±0.01 <sup>b</sup>
C20:0	0.35±0.01 <sup>a</sup>	0.32±0.00 <sup>b</sup>	0.34±0.01 <sup>a</sup>
C20:1	0.19±0.00 <sup>b</sup>	0.25±0.01 <sup>a</sup>	0.24±0.00 <sup>a</sup>
C18:1t	nd	0.25±0.02 <sup>a</sup>	0.16±0.01 <sup>b</sup>
18:2t	0.66±0.00 <sup>a</sup>	0.50±0.01 <sup>b</sup>	0.31±0.01 <sup>c</sup>
ΣTFA <sup>1)</sup>	0.66±0.00 <sup>b</sup>	0.75±0.03 <sup>a</sup>	0.47±0.02 <sup>c</sup>
ΣSFA <sup>2)</sup>	16.08±0.04 <sup>b</sup>	22.60±0.41 <sup>a</sup>	20.22±0.03 <sup>a</sup>
ΣUSFA <sup>3)</sup>	83.26±0.04 <sup>a</sup>	76.65±0.43 <sup>c</sup>	79.32±0.03 <sup>b</sup>

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

<sup>2)</sup> Sum of saturated fatty acids

<sup>3)</sup> Sum of unsaturated fatty acids

Values are mean±SD (n=3). <sup>a-c</sup> Values with different superscript within a same row are significantly different (p(0.05) by Duncan's multiple test

### 8. 트랜스지방산(trans fatty acid)의 함량

트랜스지방산은 식용유의 탈취공정이나 경화유제조 중에서도 생성되지만, 튀김유의 장기간 사용 중에도 생성되며, 식물성 식용유를 가열할 때, 가열온도와 가열시간의 증가, 튀김유의 재사용으로 트랜스지방산의 함량이 증가한다(Ahn MS 등 2008a, Ahn MS 등 2008b)

트랜스지방산은 LDL(low density lipoprotein) 콜레스테롤을 증가시키고, HDL(high density lipoprotein) 콜레스테롤은 감소 시킴으로써 인체에 부정적인 영향을 끼치는 것으로 알려져 있다(Surth JH 2009, Jang JR과 Lim SY. 2008).

식약청에서는 2004년부터 트랜스지방 분석법을 확립하고, 시중에 유통되는 가공식품 중 트랜스지방 함량을 모니터링하고 있으며, 식품 중 트랜스지방 함량의 영양표시를 의무화하도록 하였다(Yoon TH 등 2011). WHO에서는 하루 섭취열량 중 트랜스지방에 기인하는 열량이 1%가 넘지 않도록 권고하고 있다. 트랜스지방산 섭취를 2% 늘리면 심장병 발생위험이 25% 높아진다. 한편, 트랜스 지방산의 함량이 0.5 g/100 g 이하의 식품을 트랜스지방 제로 식품으로 규정하고 있다(Park H와 Kim M 2007).

본 실험에서 110마리 닭튀김 후의 튀김유의 트랜스지방산의 함량을 측정된 결과, deep fat fryer로 튀김 경우 0.75%, oil-water fryer의 경우 0.47%로 나타나, oil-water fryer로 닭을 튀긴 경우, deep fat fryer의 경우에 비해 40% 정도 트랜스지방산의 함량이 낮은 것으로 나타났다(Fig. 7). 한편 Ahn MS 등(2008b)는 대두유를 170℃에서 1시간, 3시간 및 7시간 가열 후 트랜스지방산의 함량 변화를 측정된 결과, 각각 0.43, 0.58 및 0.61%이었으며, 210℃에서 가열한 경우는 각각 0.55%, 0.84, 1.01%로 나타나, 튀김온도가 높을수록 튀김 중의 트랜스지방산 함량이 증가하였다고 하여, 튀김온도 170℃에서 행해진 본 연구와 유사한 결과를 보였다. 식품 등 표준기준에 제시된 트랜스지방산 권장 가이드라인인 5%에 비교할 때, deep fat fryer와 oil-water fryer에서 110마리 닭 튀김 후의 튀김유의 트랜스지방산의 함량은 정도의 차이는 있지만, 모두 인체에 큰 영향을 주지 않을 것으로 사료된다.

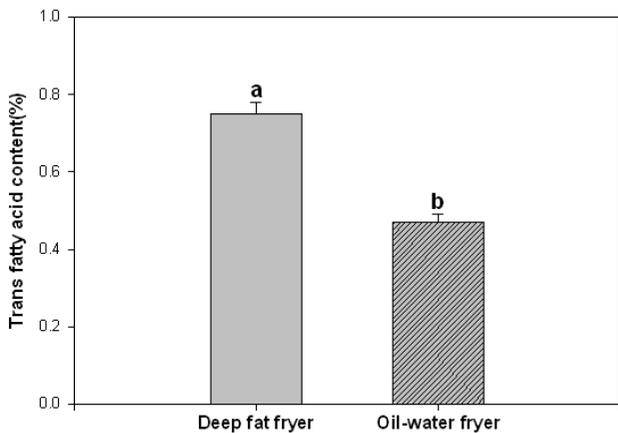


Fig. 7. Contents of trans fatty acid of frying oil by deep fat fryer and oil-water fryer after 110 of chicken frying. Values are mean±SD (n=3).

<sup>a,b</sup>Values with different superscript on the bars are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple test.

### 9. Benzopyrene의 함량

다환방향족탄화수소(polycyclic aromatic hydrocarbons; PAHs)는 2개 이상의 벤젠고리 구조를 가진 화합물로서, 이 중에서 발암물질로 가장 잘 알려진 benzopyrene은 체내에 유입 되면 산화되어 독성을 나타내는 물질로, 장기 노출 시 폐암, 위암, 피부암, 췌장암, 대장암, 유방암 등을 유발할 수 있다.

식품 중의 benzopyrene은 건조와 훈제 등의 가공과정, 높은 온도에서의 굽거나 튀기는 조리과정 중에 많이 생성되는 것으로 알려져 있다(Kim IS와 Ahn MS 1994, Cho HK 등 2011, Kim HY와 Song DS 2008)

우리나라에서도 올리브유, 참기름, 들기름, 고추씨기름, 옥수수기름 등의 압착식용유와 정제 식용유의 경우, benzopyrene의 함량을 2.0 µg/kg 이하, 훈제식육제품 및 그 가공품의 경우 5.0 µg/kg 이하로 규제하고 있다(KFDA, 2010).

본 실험에서 110마리 닭튀김 후의 튀김유의 benzopyrene의 함량을 측정된 결과(Fig. 8), deep fat fryer의 경우 2.20 µg/kg, oil-water fryer의 경우 1.61 µg/kg로 나타나, oil-water fryer로 튀긴 경우, deep fat fryer로 튀긴 경우에 비해 benzopyrene의 함량이 약 27% 정도 낮은 것으로 나타났다(Fig. 6).

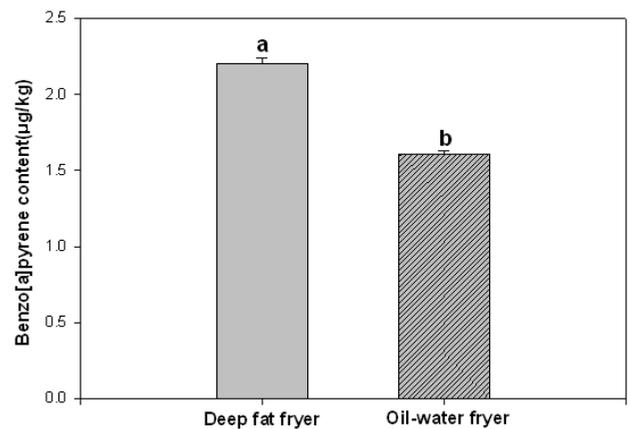


Fig. 8. Contents of benzopyrene of frying oil by deep fat fryer and oil-water fryer after 110 of chicken frying. Values are mean±SD (n=3).

<sup>a,b</sup>Values different superscript on the bars are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple test.

## IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 oil-water fryer를 이용하여 반복적으로 닭튀김했을 때 튀김횟수에 따른 튀김유의 품질 변화를 일반적으로 널리 사용되고 있는 deep fat fryer와 비교, 분석하였다. Oil-water fryer에서의 튀김유의 산가 및 공액이중산가는 deep fat fryer보다 낮았다. 반면 oil-water fryer에서의 튀김유의 요오드가는 deep fat fryer보다 높았다. 과산화물가는 튀김횟수에 따른 일률적인 증가를 보이지 않았다. Oil-water fryer에서의 튀김유는 deep fat fryer에 비해 팔미트산, 스테아르산 및 올레산의 함량이 적고, 필수지방산인 리놀레산과 리놀렌산의 함량은 높았다. Deep fat fryer와 oil-water fryer에서의 튀김유 중의 트랜스지방산의 함량은 각각 0.75 및 0.45%, 벤조피렌의 함량은 각각 2.20 및 1.61 µg/kg으로 oil-water fryer에서 트랜스지방산과 벤조피렌의 함량이 적었다.

## 참고문헌

- Ahn MS, Seo MS, Kim HJ A. 2008a. Measurement of trans fatty acid formation and degree of rancidity in fat and oils according to heating conditions. *Korean J Food Culture* 23(4):469-478
- Ahn MS, Seo MS, Kim HJ A. 2008b. A study on various trans fatty acid contents. *Korean J Food Cookery Sci* 24(4):542-548
- AOCS. 1990. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society. Champaign, IL, USA Cd 1-25
- 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
- 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(6): 960-965
- Choe E, Min DB. 2007. Chemistry of deep-fat frying oil. *J Food Sci* 72(5):77-86
- Choi ES, Gil BG. 2011. Effects of thermoxidation of soybean Oil in association with fried foods on quantity food production. *J East Asian Soc Dietary Life* 21(5): 723-730
- Farhoosh R, Tavassoli-Kafrani MH. 2011. Simultaneous monitoring of the conventional qualitative indicators during frying of sunflower oil. *Food Chem* 125(1):209-213
- Gil BI, Rho JH. 2007. Hazardous effect of dietary trans fats on human health and regulations. *Korean J Food Cookery Sci* 23(6):1015-1024
- Jang JR, Lim SY. 2008. Effect of trans fat on lipid profiles and fatty acid composition in serum, heart, liver and kidney in mice. *J Life Sci* 18(8):1147-1153
- 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(2):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(4):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(3): 301-307
- Kim NS, Shin JA, Lee KT. 2006. Physicochemical properties of repeated deep-frying oil and odor pattern analysis by electronic nose system. *J East Asian Soc Dietary Life* 16(6):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(2):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(7):1011-1017
- Naz S, Siddiqi R, Sheikh H, Sayeed SA. 2005. Deterioration of olive, corn and soybean oils due to air, light, heat and deep-frying. *Food Res Int* 38(2):127-134
- Osawa CC, Goncalves LAG, Ragazzi S. 2007. Correlation between free fatty acids of vegetable oils evaluated by rapid tests and by the official method. *J Food Composition Analysis* 20(6):523-528
- Park GY, Jung BK, Kim AK, Park KA, Cho SJ, Kwak JE, Chang MS, Bae CH, Chough NJ. 2004. Evaluation of the safety of fried-food in fast food store. *J Fd Hyg Safety* 19(2):55-59
- Park H, Kim M. 2007. Policy for reducing trans fat contents in processed foods. *Food Sci Industry* 40(1):2-5
- Paul S, Mittal GS. 1997. Regulating the use of degraded oil/fat in deep-fat/oil food frying. *Crit Rev Food Sci Nutr* 37(7):636-662.
- SAS. Institute, Inc. 1990. *SAS User's Guide*. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA.
- Song YS, Jang MS. 2002. Physicochemical properties of used frying oil in food service establishments. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 18(3):340-348
- 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(2):177-181
- Surth JH. 2009. Trans fatty acid and health. *Korean J Dairy Sci Technol* 27(2):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(11):1562-1568
- Yoon TH, Lee SM, Shin HJ, Lee SY, Hong J, No KM, Park SK, Leem DG, Lee KH, Jeong JY. 2011. Study of trans fatty acids and saturated fatty acids in child-favored foods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40(11):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(3):187-191
- White PJ. 1991. Methods for measuring changes in deep-fat frying oils. *Food Technol* 45(1):75-80.