

## 감압 튀김 방법이 산패 변화에 미치는 영향

이보배 · 이진원\* · 박장우\*\* · 정윤경 · †이현주

한경대학교 영양조리학과, \*한경대학교 식품생물공학과,  
\*\*한경대학교 식품생물공학과 및 식품생물산업연구소

### Effect of Frying Methods under Reduced Pressures on the Oxidative Stability of Frying Oils

Bo-Bae Lee, Jin-Won Lee\*, Jang-Woo Park\*\*, Yoon-Kyung Chung and †Hyun-Joo Lee

*Dept. of Nutrition & Culinary Science, Hankyong National University, Anseong 456-749, Korea*

*\*Dept. of Food & Biotechnology, Hankyong National University, Anseong 456-749, Korea*

*\*\*Dept. of Food & Biotechnology and Food and Bio-industrial Research Center, Hankyong National University, Anseong 456-749, Korea*

#### Abstract

This study investigated the oxidative stability of oils when dough was fried under a lower pressure than the ambient atmosphere. The pressure during the frying process was controlled at measures of 760, 560, 360 or 160 mmHg. The oil containing the dough was heated at 180 °C for 48 hours. Rancidity values, including acid value, peroxide value, fatty acid analysis, color changes, and browning of oil samples, were measured every 8 hours. As the frying process continued at all 4 pressure levels, the acid values (AV) increased. However, compared to the other pressure levels, the increase in AV was the least at 160 mmHg. In addition, the peroxide value at 160 mmHg was only 0.81 meq/kg compared to 1.52 meq/kg at 760 mmHg. For all pressure levels, stearic acid, oleic acid,  $\omega$ -6 linolenic acid were increased, while linoleic acid and  $\omega$ -3 linolenic acid were decreased. In terms of color, a-values representing redness were decreased, whereas b-values were increased as the frying proceeded. These results revealed that the oxidation of frying oil was decreased under reduced pressure condition. Thus, the usage of frying oil may be extended, owing to less oxidative concerns. This leads to a lower cost to the manufacturer, and furthermore, helps the environment by reducing industrial wastes.

Key words: frying oils, reduced pressure frying, oxidation, acid values, peroxide value

#### 서론

현대인이 선호하는 음식 조리법 중 하나인 튀김은 식용유를 이용하는 조리방법의 하나로, 식품 표면의 바삭바삭한 조직감, 흡수된 유지의 부드러운 맛과 독특한 향, 그리고 손쉽게 먹을 수 있는 패스트푸드의 발전으로 인해 그 이용과 섭취량이 증가하고 있다(Jeon 등 2008). 일반적으로 튀김과 같은 유지함량이 높은 식품은 탄수화물 및 단백질 함량이 높은 식품들과 함께 식품을 구성하는 중요한 에너지원인 동시에 생리작용에 필요한 다양한 영양성분을 공급하는 주된 요

소로 이용되고 있다(Son 등 1998). 그러나 식용유를 이용하는 튀김 식품은 고온의 열을 이용하여 조리되기 때문에 품질을 유지하기에 어려움을 갖고 있다(Lee & Park 2010). 특히, 튀김에 이용되는 식용유지의 경우 대부분이 불포화지방산 함량이 높기 때문에 가열에 의해 쉽게 산패되는 특성을 갖고 있으며, 튀김 조리과정에서 공기 중 산소에 대한 노출 정도에 대해서도 민감하게 반응하는 문제를 나타내고 있다. 이와 같은 산패과정 중 형성되는 peroxides 및 free radicals는 필수지방산 파괴와 영양가 손실에 영향을 미치므로 튀김 식품에 대한 품질 저하 현상이 나타나게 된다(Hyun YH 2002; Beak 등

† Corresponding author: Hyun-Joo Lee, Dept. of Nutrition & Culinary Science, Hankyong National University, Anseong 456-749, Korea. Tel: +82-31-670-5183, Fax: +82-31-670-5189, E-mail: hjlee@hknu.ac.kr

1997). 또한, 고온에서 장시간 가열할 경우 열에 의한 분해, 중합 및 가수분해 등을 일으켜 튀김유의 풍미와 안정성을 저하시키는 결과를 초래하며, 튀김 조리 시 재료에 함유되어 있는 전분이나 단백질 성분 등이 튀김유의 산패를 가속시키는 요인으로 작용하게 되기 때문에, 식용유지에 대한 선택에 있어서는 열에 대한 안정성을 고려해야 한다(Kim 등 1996). 일반적으로 이용되고 있는 튀김 방법은 상압 즉, 공기 중 산소와의 접촉, 노출 정도 및 산소분압에 상관없이 높은 온도로 튀김유를 반복적으로 사용하고 있으므로 튀김유의 산화 안정성에 영향을 미칠 인자에 대하여 알아보는 것이 필요하다. 또한, 식용유지를 튀김 조리에 이용할 경우 가열산화에 대한 안정성뿐만 아니라, 산소와의 접촉 또는 산소와의 노출 정도 및 산소분압에 따른 검토가 필요하다. 그러나 현재까지 튀김 조리 방법의 정의는 고온에서 단시간 가열 조리되는 것으로 알려져 있으며, 이러한 방법으로 튀김 조리한 식품의 품질이 저하되는 경우 단순히 튀김유의 교체를 진행하는 것 이외의 다른 방법에 대한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 상압(760 mmHg)에서 이루어지고 있는 튀김 조리 방법을 변형하여 감압상태인 560, 360 및 160 mmHg에서 튀김 조리를 할 경우, 튀김유 산화 안정성에 미치는 영향을 화학적 방법으로 측정하고자 하였다. 즉, 상압(760 mmHg) 및 감압(560, 360 및 160 mmHg) 상태에서 각각 튀김유의 온도를 180±5℃로 유지시킨 후, 튀김반죽을 동일한 조건으로 만들어서 8시간 간격으로 교체하면서 튀김유를 채취하여 이를 시료로 acid value(AV), peroxide value(POV), 지방산 조성 변화, 색도 측정 및 갈변도 변화 정도를 측정하여 상압과 감압에서의 튀김유의 산화 안정성을 비교하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 재료

튀김유는 대형마트에서 2012년 3월에 구입한 대두유(CJ제일제당, Korea)를 사용하였고, 오일의 산패도 실험의 튀김 반죽은 이마트에서 2012년 6월에 구입한 튀김가루(이마트 튀김가루, 1 kg, Korea)를 사용하여 튀김반죽을 하였다. 튀김반죽 조성은 Table 1과 같다.

Table 1. Composition of dough for frying

Ingredients	Condition of ingredients
Fry powder (g)	70
Water (ml)	40
Mixing time (min)	3
Total dough weight (g)	100

### 2. 실험방법

압력을 조절할 수 있는 진공건조기(SW-900, Sangwoo, Korea) 안에 200℃까지 온도 조절이 가능한 장치(HSD150, Misung scientific, Korea)를 부착하여 튀김유로 대두유를 Oil bath(15×12) 안에 넣고 180℃±5℃에서 기름 1 l의 10%에 해당하는 100 g 튀김반죽을 8시간마다 교체하면서 실험하였다.

### 3. 산가 측정

산가 측정은 각 압력별(760, 560, 360, 160 mmHg)로 튀김 조리 8시간(0, 8, 16, 24, 32, 40, 48시간)마다 채취한 기름을 시료로 이용하였다.

산가는 AOCS법(1990)에 의하여 시료 1~3 g씩을 취해 250 ml 삼각플라스크에 채취하여 AV 측정시료로 사용하였으며, 시료에 100 ml의 용매(diethyl ether:ethanol=1:1, v/v)를 가한 후 혼합하여 0.1 N KOH로 적정하였다. 지시약은 1% phenolphthalein 용액을 사용하였고, 다음의 식으로부터 산가를 계산하였다 (Lee & Lee 2009).

$$\text{Acid value} = \frac{(V_1 - V_0) \times 5.611 \times F}{S}$$

$V_1$ : 본시험의 0.1 N KOH 용액의 적정소비량(ml)

$V_0$ : 공시험의 0.1 N KOH 용액의 적정소비량(ml)

F: 0.1 N KOH 용액의 역가

S: 시료 채취량(g)

### 4. 과산화물가 측정

과산화물가 측정(peroxide value. POV)은 각 압력별(760, 560, 360, 160 mmHg)로 튀김 조리 8시간(0, 8, 16, 24, 32, 40, 48시간)마다 채취한 기름을 시료로 이용하였다. 과산화물가는 AOCS법(1990)에 의하여 시료 1~3 g씩을 취해 250 ml 삼각플라스크에 채취하여 POV의 측정시료로 하였으며, acetic acid와 chloroform의 혼합액(3:2, v/v) 30 ml를 가하여 시료가 완전히 용해될 때까지 흔들어서 주었다. 바로 제조한 KI 포화용액 0.5 ml를 정확히 가한 다음 1분간 정확히 교반 후 증류수 30 ml를 가하였다. 1% 전분 지시약 1 ml를 첨가하고 0.01 N - Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 용액으로 적정하여, 전분에 의한 착색이 소실되는 때를 종말점으로 하였으며, 다음의 식으로부터 과산화물가를 계산하였다.

$$\text{Peroxide value} = \frac{(S' - B) \times N \times 1000}{S} \times F$$

$S'$ : 시료의 적정량(ml)

B: 공시험의 적정량(ml)

N: Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 용액의 N 농도

S: 시료의 채취량(g)

F: Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 용액의 역가

## 5. 지방산 측정

지방산 분석은 각 압력별(760, 560, 360, 160 mmHg)로 튀김 조리 8시간(0, 8, 16, 24, 32, 40, 48시간)마다 채취한 기름을 시료로 이용하였고 AOAC법(1995)을 사용하였다. 즉, 시료 20 mg을 취해 30 ml cap tube에 첨가하고, IS용액 200  $\mu$ l 첨가한 뒤 0.5 N NaOH-methanol(95%) 용액 3 ml를 가한 후 뚜껑을 닫고 교반하였다. 그 다음 온도 85°C 물에서 10분 동안 가온한 후 완전히 식을 때까지 찬물에 2분 동안 정치시켰으며, 여기에 14% BF<sub>3</sub> Methanol 용액을 3 ml 첨가하고 다시 85°C를 유지시킨 water bath에서 10분 동안 가온한 후 완전히 식을 때까지 냉각시켰다. Saturated NaCl 용액 5 ml와 iso octane 3 ml를 가하여 혼합 및 분리하여 상등액을 sodium sulfate가 들어있는 시험관에 옮겨 일정량을 취하여 GC 분석용 sample vial에 담아서 GC 분석용 시료로 이용하였다. Gas chromatography (Agilent 7890 GC, FID, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)를 이용하여 분석하였다. 이때 사용한 장치와 분석조건은 Table 2와 같다.

## 6. 색도 측정

색도 측정은 각 압력별(760, 560, 360, 160 mmHg)로 튀김 조리 8시간(0, 8, 16, 24, 32, 40, 48시간)마다 채취한 기름을 사용하였다. 색도는 색차계(CR-400, Konica Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여 L(명도, lightness), a(적색도, redness), b(황색도, yellowness) 값을 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

## 7. 갈색도 측정

갈색도 측정은 각 압력별(760, 560, 360, 160 mmHg)로 튀김 조리 8시간(0, 8, 16, 24, 32, 40, 48시간)마다 채취한 시료를 사용하였다.

갈색도는 분광광도계(Genesys 10-S, Thermo Fisher Scientific Inc. Waltham, USA)을 이용하여 420 nm에서 흡광도를 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

## 8. 통계처리

통계처리는 SPSS 통계 package program (statistical package social science, version 12.0)을 이용하여 분산분석(ANOVA)를 실시하였고, 모든 실험은 3회 반복 측정하여 평균값으로 표시하였으며, 처리구 간의 유의성은 Duncan's multiple range test( $p < 0.05$ )로 검정하여 분석 평가하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 산가 측정

수준별 압력(760, 560, 360, 160 mmHg)에 따라서 튀김 시간별로 채취한 식용유지로 산패를 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 본 실험에 사용한 초기 튀김 식용유지의 산가는 0.09로서, 760 mmHg인 경우 8, 16, 24, 32, 40 및 48시간 동안 튀긴 후 채취한 각각의 튀김유의 산가는 각각 0.28, 0.47, 0.66, 0.83, 1.03 및 1.28을 보여 지속적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 반면, 160 mmHg 압력에서의 8, 16, 24, 32, 40 및 48시간 동안 튀긴 후 채취한 튀김유의 산가는 각각 0.16, 0.21, 0.22, 0.28, 0.37 및 0.40을 나타내 산가가 지속적으로 증가하지만, 이는 760 mmHg와 비교하면 확연히 더디게 증가한다는 것을 알 수 있다. 이는 감자튀김과 닭을 반복하여 튀긴 결과, 튀김 횟수가 증가할수록 산패 속도가 초기보다 지속적으로 증가하여 산가 변화에 영향을 미친다는 연구(Son 등 1998; Park

Table 2. Conditions for fatty acid analysis by GC-FID

Items	Conditions
Instrument	Agilent 7890
Column	Supelco SP <sup>TM</sup> -2560 (100 m × 0.25 mm × 0.2 $\mu$ m)
Detector	FID(Flame Ionization Detector)
Split ratio	50:1
Injector temperature	225°C
Detector temperature	285°C
Oven temperature	100°C for 4 min 3°C/min to 240°C 240°C for 17 min
Injection volume	1 $\mu$ l
Carrier gas, Flow rate	He, 1 ml/min

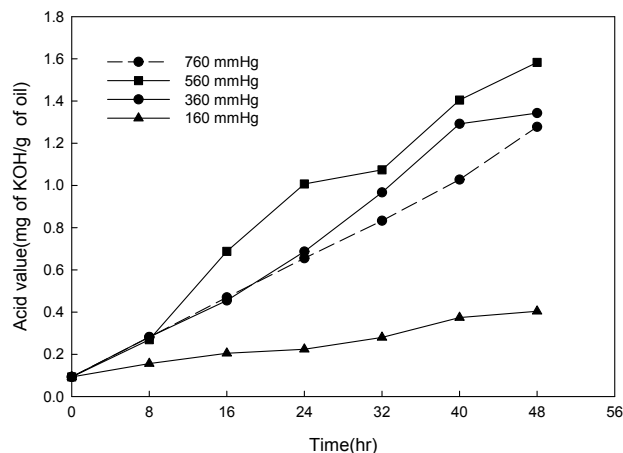


Fig. 1. Changes of acid values of frying oils for 48 hr.

등 2004)와 유사한 결과를 나타내었다. 이러한 결과는 튀김 조리할 경우, 자연적으로 부산물이 생성될 뿐 아니라 탄수화물이나 단백질이 많은 식품들은 120°C 이상 고온에서 조리하게 되면 산가를 증가시킬 수 있는 요인으로 작용한다는 보고 (Lee & Park 2010)와 본 실험결과와도 유사한 결과를 보였다.

## 2. 과산화물가 측정

수준별 압력(760, 560, 360, 160 mmHg) 튀김 시간에 따라서 채취한 식용유지로 과산화물가를 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. 본 실험에서 사용한 초기 튀김 식용유의 과산화물가는 0.33 meq/kg이었으며, 760 mmHg인 경우 8, 16, 24, 32, 40 및 48시간 동안 튀김 후 채취한 튀김유의 과산화물가는 각각 0.63, 0.71, 0.79, 0.95, 1.22 및 1.52 meq/kg으로 32시간 튀김 조리 후 급격히 증가하는 경향을 나타내었다. 160 mmHg 압력에서 8, 16, 24, 32, 40 및 48시간 동안 튀김 경우 튀김유에 대한 과산화물가는 각각 0.43, 0.47, 0.50, 0.54, 0.73 및 0.81 meq/kg으로 과산화물가가 증가하였다. 이는 760 mmHg 압력에서 측정된 과산화물 결과와 비교해 보았을 때 최대 50% 정도 낮은 수치를 보였다. 일반적으로 식용유지를 고온에서 가열하는 과정 중 과산화물가의 변화는 가열 반복에 따라 과산화물가가 증가하다가 다시 감소하는 경향을 보이는데, 이는 비교적 고온에서 행해지는 튀김 과정 중에서 과산화물의 형성속도 못지않게 분해 속도도 가속화 되어 과산화물이 축적되지 않기 때문에 초기에는 과산화물이 생성되어 증가하다가 산패가 진행됨에 따라 분해되어 감소하는 것으로 보고하였다(Son 등 1998). 그러나 본 연구에서는 과산화물가가 튀김 조리 시간 및 튀김 반복 횟수가 증가할수록 과산화물가의 변화가 증가하다가 감소하는 경향을 나타내지는 않았다. 즉, 본 실험에서 이용한 튀김 시간 및 반복 횟수에 대해서는 과산화물 형성 및 분해에 대한 가속화가 영향을 미치지 않은 것으로 사료된다.

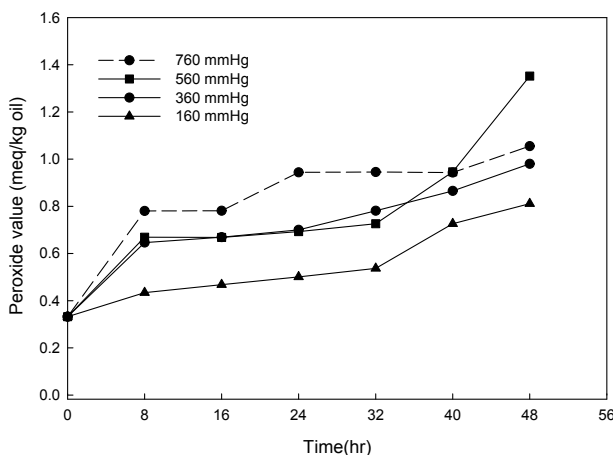


Fig. 2. Changes of peroxide values of frying oils for 48 hr.

## 3. 지방산 측정

수준별 압력(760, 560, 360, 160 mmHg)에 따라서 튀김 시간별로 채취한 식용유지의 지방산 조성의 변화를 측정된 결과는 Table 3과 같다. 즉, 튀김유로 사용한 초기 튀김유의 지방산 조성은 팔미트산(C<sub>18:0</sub>) 10.97%, 스테아르산(C<sub>18:0</sub>) 4.00%, 올레산(C<sub>18:1</sub>) 24.36%, 리놀레산(C<sub>18:2</sub>) 51.16% 및 리놀렌산(C<sub>18:3</sub>) 5.85%이었다. 760 mmHg 압력에서 튀김 조리한 후 채취한 유지에 대한 지방산 조성은 스테아르산이 8시간에서 48시간까지 시간이 경과함에 따라 4.13~4.39%로 증가하는 경향을 나타내었고, 올레산 또한 24.68~25.88%로 증가하였지만 큰 차이를 나타내지는 않았다. 그러나, 리놀레산과 리놀렌산(오메가 3)의 경우에는 각각 50.73~48.70%, 5.68~4.65%로 감소하는 경향을 나타내었다. 반면에 리놀렌산(오메가 6)은 0.43~0.51로 다소 증가하였다. 560 mmHg 압력에서 튀김 조리한 경우에도 스테아르산 4.03~4.18%, 올레산 24.48~25.11%, 리놀렌산(오메가 6)은 0.50~0.92%로 증가하였고, 리놀레산과 리놀렌산(오메가 3)은 각각 50.96~49.61%, 5.59~4.10%로 감소하였다. 360 mmHg 압력에서 튀김 조리한 경우는 스테아르산이 초기 4.04%에서 48시간 동안 튀김 튀김유는 4.16%, 올레산 24.61~25.02%, 리놀렌산(오메가 6) 0.50~1.05%로 증가하였고, 리놀레산과 리놀렌산(오메가 3)은 각각 51.32~49.58%, 5.59~3.78%로 감소하였다. 또한, 160 mmHg 압력에서 튀김 조리한 후 튀김유의 경우 스테아르산 4.02~4.13%, 올레산 24.41~24.85%, 리놀렌산(오메가 6)은 0.45~0.58% 증가하였고, 리놀레산과 리놀렌산(오메가 3)은 각각 51.11~50.39%, 5.73~5.12%로 감소하였다. 본 연구에서 신선한 유지의 트랜스 지방산의 함량은 0.537%로 760, 560, 360, 160 mmHg에서 8시간 튀김 후 채취한 유지의 트랜스 지방산 함량은 각각 0.56, 0.62, 0.61, 0.56%로 신선한 유지의 트랜스 지방산의 함량 0.54%보다 증가하였지만, 760 mmHg와 160 mmHg의 압력에서 튀김 조리한 유지의 경우는 증가 폭이 낮았다. 48시간 튀김 후 채취한 유지의 경우 0.73, 1.20, 1.44, 0.72%로 760 mmHg 및 160 mmHg 압력에서 튀김 조리한 경우, 튀김 조리 8시간씩 경과와 비교해 보았을 때 큰 차이가 없음을 알 수 있었다. 한편, 시스형의 지방산은 압력별로 다소 감소하였지만, 그 감소폭은 160 mmHg에서 가장 낮았다. 이는 160 mmHg 압력에서 튀김 조리 시 트랜스 지방산의 함량도 낮은 증가를 보였고, 시스형에 대한 감소된 정도 또한 크지 않은 것으로 보아 본 실험에서 이용한 튀김 압력 중에서 160 mmHg 경우 튀김 유지에 대한 산화 속도가 다른 압력들에 비하여 더디게 진행됨을 알 수 있었다.

## 4. 색도 측정

수준별 압력(760, 560, 360, 160 mmHg)에 따라서 튀김 시

Table 3. Change of the major fatty acid composition in frying oils for 48 hr

Atmospheric pressure level (mmHg)	Time (hr)	Fatty acids (%)					
		18:0	18:1(n-9)c	18:2t(n-6)	18:2(n-6)c	18:3(n-6)	18:3(n-3)
	0	4.00	24.36	0.54	51.16	0.43	5.85
760	8	4.13	24.68	0.56	50.73	0.43	5.68
560		4.03	24.48	0.62	50.96	0.50	5.59
360		4.02	24.46	0.61	51.00	0.50	5.59
160		4.02	24.41	0.56	51.11	0.45	5.73
760		4.08	24.69	0.31	50.95	0.44	5.63
560	16	4.07	24.64	0.77	50.66	0.65	5.16
360		4.41	25.48	0.70	49.67	0.53	4.82
160		4.02	24.46	0.59	51.01	0.46	5.65
760		4.10	24.75	0.61	50.63	0.46	5.48
560	24	4.09	24.74	0.95	50.42	0.76	4.76
360		4.48	25.65	0.88	49.08	0.68	4.34
160		4.05	24.55	0.62	50.85	0.47	5.51
760		4.12	24.90	0.65	50.38	0.50	5.29
560	32	4.41	25.57	1.01	49.12	0.75	4.21
360		4.10	24.74	1.07	50.16	0.87	4.46
160		4.07	24.65	0.65	50.66	0.54	5.38
760		4.18	25.12	0.71	50.00	0.53	5.12
560	40	4.57	25.99	1.09	48.49	0.78	3.89
360		4.13	24.87	1.29	49.84	0.99	4.06
160		4.09	24.74	0.68	50.53	0.56	5.24
760		4.39	25.88	0.73	48.70	0.51	4.65
560	48	4.18	25.11	1.20	49.61	0.92	4.10
360		4.16	25.02	1.44	49.58	1.05	3.78
160		4.13	24.85	0.72	50.39	0.58	5.12

간별로 채취한 식용유지의 색도 변화는 Table 4와 같다. 색도 중 명도를 나타내는 L값은 8시간 튀김 조리 경우(L=29.0)와 48시간 튀김 조리한 경우(L=31.0) 큰 유의적인 차이를 나타내지 않았고, 적색도를 나타내는 a값의 경우는 튀김 8시간에서 760 mmHg에서는 0.37, 160 mmHg 압력에서는 0.27로 나타났고, 560 mmHg에서는 0.18, 360 mmHg 압력에서는 0.27로 나타났다. 튀김 조리한 0.18과 0.27로 낮은 값을 나타내었다. 특히, 760 mmHg 압력에서는 40 및 48시간 튀김 조리 시 a값은 각각 -0.15 및 -0.54로 나타났고, 560 mmHg 압력에서는 16시간 튀김 후 -0.12, 48시간 튀김 후 -0.66로 급격하게 감소하는 경향을 나타내었다. 360 mmHg 압력에서는 48시간 튀김 조리한 a값은 -0.73으로 8, 16, 24시간까지는 a값이 560 mmHg보다 높았지만, 32시간부터는 560 mmHg의 a값보다 더 많이 감소되는 경향을 나타내었다. 160 mmHg에서는 a값이

감소하였으나, 다른 압력들보다 많은 감소를 보이지 않았다. 황색도를 나타내는 b값은 760 mmHg인 경우 1.33, 1.56, 2.03, 2.50, 3.41, 4.90으로 가열시간이 증가할수록 b값이 증가하였다. 560 mmHg 압력의 8시간 경우에는 다른 압력들에 비해 b값이 1.81로 가장 높았고, 시간이 경과할수록 b값이 증가하는 경향을 나타내었다. 360 mmHg에서는 1.72, 2.20, 3.36, 4.48로 560 mmHg에 비해 조금 감소하는 경향을 보이다가 40시간부터는 7.01로 560 mmHg보다 증가하는 경향을 보였다. 160 mmHg에서는 초기부터 다른 압력들보다 가장 낮은 수치인 1.20을 나타내었지만, 다른 압력들과 마찬가지로 시간이 지남에 따라 증가하는 경향을 보였다. 이는 감자튀김을 반복하여 튀긴 결과, L, a값의 경우 튀김횟수가 증가할수록 측정값이 점차 감소하는 경향을 보였고, b값은 크게 증가되는 경향을 보였다는 Kim 등(2006)과 Lim 등(1993)의 실험결과와 본

Table 4. Change of color values of frying oils for 48 hr

Atmospheric pressure level (mmHg)	Time (hr)	L	a	b
760	8	30.77±0.21 <sup>a</sup>	0.37±0.04 <sup>a</sup>	1.33±0.16 <sup>b</sup>
560		30.83±0.09 <sup>a</sup>	0.18±0.02 <sup>b</sup>	1.81±0.16 <sup>a</sup>
360		30.99±0.04 <sup>a</sup>	0.27±0.01 <sup>b</sup>	1.72±0.11 <sup>a</sup>
160		30.59±0.65 <sup>a</sup>	0.46±0.10 <sup>a</sup>	1.20±0.14 <sup>b</sup>
760	16	30.56±0.08 <sup>a</sup>	0.25±0.04 <sup>b</sup>	1.56±0.06 <sup>c</sup>
560		30.66±0.02 <sup>a</sup>	-0.12±0.06 <sup>d</sup>	2.76±0.23 <sup>a</sup>
360		30.83±0.06 <sup>a</sup>	0.11±0.03 <sup>c</sup>	2.20±0.05 <sup>b</sup>
160		30.38±0.67 <sup>a</sup>	0.41±0.04 <sup>a</sup>	1.15±0.21 <sup>d</sup>
760	24	30.55±0.12 <sup>a</sup>	0.12±0.04 <sup>b</sup>	2.03±0.02 <sup>c</sup>
560		30.53±0.04 <sup>a</sup>	-0.32±0.02 <sup>d</sup>	4.45±0.03 <sup>a</sup>
360		30.67±0.20 <sup>a</sup>	-0.24±0.05 <sup>c</sup>	3.36±0.30 <sup>b</sup>
160		29.94±0.92 <sup>a</sup>	0.42±0.03 <sup>a</sup>	1.22±0.06 <sup>d</sup>
760	32	30.05±0.90 <sup>a</sup>	0.06±0.02 <sup>b</sup>	2.50±0.15 <sup>b</sup>
560		30.43±0.16 <sup>a</sup>	-0.37±0.03 <sup>c</sup>	4.54±0.14 <sup>a</sup>
360		30.30±0.08 <sup>a</sup>	-0.38±0.01 <sup>c</sup>	4.48±0.11 <sup>a</sup>
160		30.83±0.11 <sup>a</sup>	0.37±0.06 <sup>a</sup>	1.43±0.09 <sup>c</sup>
760	40	30.48±0.07 <sup>a</sup>	-0.15±0.06 <sup>b</sup>	3.41±0.35 <sup>c</sup>
560		29.90±0.51 <sup>a</sup>	-0.54±0.10 <sup>c</sup>	5.18±0.66 <sup>b</sup>
360		30.04±0.02 <sup>a</sup>	-0.69±0.04 <sup>d</sup>	7.01±0.20 <sup>a</sup>
160		30.21±0.84 <sup>a</sup>	0.28±0.06 <sup>a</sup>	1.62±0.14 <sup>d</sup>
760	48	29.88±0.46 <sup>b</sup>	-0.54±0.06 <sup>b</sup>	4.90±0.13 <sup>c</sup>
560		30.04±0.17 <sup>b</sup>	-0.66±0.05 <sup>c</sup>	5.35±0.28 <sup>b</sup>
360		29.75±0.16 <sup>b</sup>	-0.73±0.02 <sup>c</sup>	6.76±0.25 <sup>a</sup>
160		31.17±0.07 <sup>a</sup>	0.33±0.03 <sup>a</sup>	2.10±0.16 <sup>d</sup>

실험은 유사한 결과를 나타내었다.

### 5. 갈색도 측정

수준별 압력(760, 560, 360, 160 mmHg)에 따라서 튀김 시간별로 채취한 식용유지의 갈색도 변화는 Fig. 3과 같다. 튀김 식용유지의 초기 갈색도는 0.24이었다. 760 mmHg 압력에서 8, 16, 24, 32, 40, 48시간 튀김 조리 후 채취한 튀김 유지 갈색도는 각각 0.30, 0.44, 0.58, 0.65, 0.89, 1.29의 값을 나타내면서 튀김 시간이 경과할수록 지속적으로 증가하는 경향을 보였다. 560 mmHg에서는 시간이 경과함에 따라 각각 0.33, 0.60, 0.97, 1.10, 1.41, 1.70로 8시간까지는 760 mmHg와 비슷한 값을 나타냈지만, 16시간 이후부터는 급속하게 증가하는 걸 볼 수 있었다. 360 mmHg에서는 시간이 경과함에 따라 각각 0.25, 0.45, 0.75, 1.16, 1.93, 1.91로 24시간까지는 560 mmHg보다 낮은 증가를 보였지만, 32시간부터 560 mmHg보다 증가

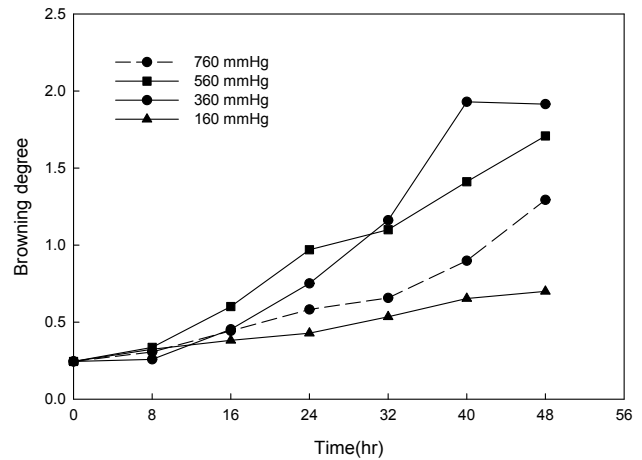


Fig. 3. Change of browning degree of frying oils for 48 hr.

하는 경향을 나타내면서 40시간부터는 560 mmHg보다 높은 증가를 보였다. 특히, 40시간에서는 1.3배 정도의 차이를 나타내었다. 160 mmHg는 시간이 경과함에 따라 각각 0.32, 0.38, 0.42, 0.53, 0.65, 0.70으로 나타나 네 압력 중 가장 낮은 증가를 보였고 급속하게 갈색도가 증가하는 40시간에서도 다른 압력들만큼 큰 증가를 보이지는 않았다. 실험 결과, 네 가지 압력 모두 튀김 시간이 길어질수록 증가하는 경향을 보였으나, 160 mmHg의 갈색도는 가장 낮은 증가를 보였다(Kim 등 2008). 이와 같은 결과는 색도 a값의 변화와 관계가 있는 것으로 판단되었다. 즉, a값이 감소함에 따라 갈색도는 증가하는 경향을 나타내었으며, 이는 탄수화물이 계속 고온에서 가열되어 갈변현상을 나타내게 하는데 영향을 미친 것으로 생각되었다.

### 요 약

본 연구는 수준별 압력(760, 560, 360, 160 mmHg)에 따른 튀김유의 산화안정성에 미치는 영향에 대하여 실험하였다. 본 연구에서는 상압(760 mmHg) 및 감압(560 mmHg, 360 mmHg, 160 mmHg) 상태에서 튀김유를 일정한 온도(180°C)로 유지하고, 8시간 간격으로 튀김반죽을 교체하면서 채취한 튀김유를 이용하여 상압과 감압 상태에 따른 튀김유의 산패 정도를 acid value(AV), peroxide value(POV) 및 지방산 측정, 색도, 갈변도를 통해서 알아보았다. 산가의 경우, 네 압력 모두 튀김의 시간이 증가할수록 유지의 산가 또한 증가하였다. 48시간 튀김 후 채취한 유지의 산가에서는 760, 560, 360, 160 mmHg 각각 1.28, 1.58, 1.34, 0.40으로 160 mmHg가 다른 압력들과 비교하면 확연히 더디게 증가한다는 것을 알 수 있었다.

48시간 동안 튀김 후 채취한 식용유지의 과산화물가는 160 mmHg가 0.81 meq/kg으로 760 mmHg의 1.52 meq/kg에 비해 50%로 낮은 수치를 보였다. 지방산 조성에서는 네 압력 모두

스테아르산, 올레산, 리놀렌산(오메가 6)은 증가하였고, 리놀레산과 리놀렌산(오메가 3)은 각각 감소하는 경향을 나타냈다. 색도에서는 명도를 나타내는 L값은 유의적인 차이가 나타나지 않았지만, 적색도를 나타내는 a값에서는 네 압력 모두 튀김 시간이 길어질수록 감소하는 경향을 나타냈고, b값은 시간이 지남에 따라 증가하는 경향을 보였다. 갈색도의 결과는 네 압력 모두 시간이 지날수록 증가하는 경향을 보였지만, 160 mmHg는 다른 압력들보다도 가장 낮은 증가를 보였고, 급속하게 갈색도가 증가하는 40시간에서도 다른 압력들 만큼 큰 증가를 보이지 않았다. 본 연구 결과, 감압상태에서 식품을 튀겼을 때 튀김유의 산패도를 감소시킬 수 있었다. 이 결과에 따라 튀김유 산패로 인한 빈번한 튀김유 교체를 줄여 비용적인 절감효과와 튀김유의 장시간 사용이 가능할 것으로 생각된다. 이로 인해 튀김유 사용량을 절감할 수 있어 업체의 경제성 향상 및 발생하는 폐유를 줄여 환경보호를 꾀할 수 있을 것이다.

### 참고문헌

- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis of A.O.A.C. International. 16th ed., A.O.A.C. International, Arlington, VA, 39-41
- AOCS. 1990. Official and Tentative Methods. 10th AOCS Official Method Cd 3a-63. Am Oil Chem Soc, Chicago, USA
- AOCS. 1990. Official and Tentative Methods. 10th AOCS Official Method Cd 8-53. Am Oil Chem Soc, Chicago, USA
- Beak NJ, Kim SH, Han KL, Lee KH. 1997. The inhibitory effect of oils residue in dome eatable seeds on the rancidity of lard. *J Sci Edu* 22:7-15
- Hyun YH. 2002. The study on the thermal oxidation of mixed rapeseed oil with coconut and palm oil. *Korean J Food Nutr* 15:342-349
- Jeon MS, Kim JY, Lee JW, Lee KT. 2008. Changes in total trans fatty acid content in soybean oil, shortening, and olive oil used for frying. *J East Asian Soc Dietary Life* 18:181-189
- Kim BK, Lim JH, Jo YS, Park KJ, Kim JC, Jeong JW, Jeong SW. 2008. Study on characteristics of cold-pressed sesame oil and virgin sesame oil. *J East Asian Soc Dietary Life* 18:812-821
- 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* 16:717-723
- Kim YE, Kim IH, Lee YC, Jung SY, Jo JS. 1996. Changes in oxidative stability of the extracted from perilla seed roasted at different roasting conditions. *Agric Chem Bio-technol* 39: 374-678
- 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 SB, Lee JD. 2009. Development of purification method for recycle of waste chicken oil. *J Korea Soc Waste Management* 26:689-693
- Lim YH, Lee HY, Jang MS. 1993. Quality properties of Yu-kwa by the frying time of soybean oil. *J Korean Soc Food Nutr* 22:186-189
- 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 Food Hyg Safety* 19:55-59
- 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

접 수 : 2012년 11월 29일  
 최종수정 : 2013년 1월 20일  
 채 택 : 2013년 2월 12일