

## 냉 압착 참기름과 볶음 압착 참기름의 품질 특성

김범근 · 임정호<sup>†</sup> · 조영심 · 박기재 · 김종찬 · 정진웅 · 정승원

한국식품연구원

### Study on Characteristics of Cold-pressed Sesame Oil and Virgin Sesame Oil

Bum-Keun Kim, Jeong-Ho Lim<sup>†</sup>, Young-Sim Cho, Kee-Jai Park, Jong-Chan Kim,  
Jin-Woong Jeong and Seong-Weon Jeong

Korea Food Research Institute, Seongnam 463-746, Korea

#### Abstract

The characteristics of cold-pressed sesame oil (CPSO), virgin sesame oil (VSO), commercial heat-press extracted sesame oil (CHPESO) and commercial supercritical fluid extracted sesame oil (CSFESO) were investigated. The total phenolics of CPSO, VSO, CHPESO and CSFESO were 31.27, 68.33, 60.65 and 31.44 mg/100 g, respectively. Their  $\gamma$ -tocopherol contents were 32.82, 31.66, 29.26 and 26.87 mg/100 g, respectively. The sesamol, sesamin, and sesamolin contents of VSO were the highest. The oxidation induction period (4.53 hr) of CPSO was lower than that of VSO, CHPESO and CSFESO (19.90, 16.50, and 12.23 hr, respectively). CPSO was rapidly oxidized during storage at 60°C in the dark, and its peroxide value (POV) was increased about 14 times. Although there were few differences in electron-donating abilities at low concentrations (below 100 mg%), VSO showed the highest electron-donating abilities at higher concentrations (77.76% at 10,000 mg%). Contents of linolenic acid and oleic acid were 40.35~43.98 and 31.59~33.46 g/100 g, respectively. CPSO contained the highest amount of oleic and linoleic acid among the variously extracted sesame oil.

Key words : Cold pressed, phenolics, oxidation, peroxide value, fatty acid.

#### 서 론

참깨(*Sesame, Sesamun indicum* L.)는 예로부터 중요한 유지 자원으로 우리나라를 비롯한 아시아 지역에서 오래전부터 널리 사용된 기호 식품이다. 참깨의 원산지는 중앙아프리카로 약 6,000년 정도의 깊은 역사를 갖는 세계 최고의 재배 유량 식물이며, 이집트에서 중동, 인도, 중국을 거쳐 우리나라에는 삼국시대 이전에 들어온 것으로 추정된다(Kang *et al* 1999). 참기름은 180~260°C에서 참깨를 볶은 후 가열 압착하고 여과하여 제조하며, 탈취, 탈색 등의 정제 과정을 거치지 않으므로 볶음 참깨의 고소한 향미와 색을 그대로 가지고 있다. 이러한 이유로 국내에서 생산, 판매되는 참기름 시장은 약 950 억원 규모로서 국내 생산 유지의 2위를 차지하고 있다(Anonymous 2006). 또한, 참기름은 독특한 향미 외에도 토코페롤과 세사몰, 세사민, 세사몰린 등의 산화 방지제를 함유하고 있는 우수한 기능 식품이다(Shahidi *et al* 1997, Takeda & Fukuda 1997, Yoo *et al* 2004). 또한, oleic acid와 linoleic acid와 같은 불포화 지방산을 다량 함유하고 있어 영양학적

으로도 우수한 유지로서(Spencer *et al* 1976), 마아가린 및 쇼트닝 등의 조리유에도 널리 이용되고 있다(Lyon CK 1972).

참깨로부터 참기름을 추출하는 방법에는 볶음 가열 압착법이 대부분을 차지하고 있으며, 일부 용매에 의한 추출이 이루어지고 있으나, 용매에 대한 위험성과 소비자들의 거부감으로 인해 그 이용이 미미한 실정이다. 또한, 초임계 유체를 이용한 추출법은 신속한 추출과 선택적 추출이 가능하여 용매 추출법에 비해 유해성 용매의 잔존 위험이 없고 천연물 또는 식품과 같이 열에 민감한 물질을 추출할 수 있으나, 생산 비용이 높아 일부에서만 생산이 이루어지고 있다. 이에 반하여, cold pressed 법은 참깨를 볶지 않고 압착하여 생산하는 방식으로서 자연 건조 과정과 압착, 자연 침지 및 여과 과정을 통해 만들어지는 유지로서, 유지 추출 과정에서 인공적인 열처리 및 용매 처리가 이루어지지 않기 때문에 열에 의한 변성이나 용매의 잔존 위험이 없는 특성이 있다(FAO/WHO 2007). 이러한 건강상의 이유로 올리브유와 같이 cold pressing 방법을 적용한 유지의 수요가 증가하고 있는 추세로 2000년 이후 연간 30~40%의 성장세를 나타내고 있으나(Anonymous 2006), 국내산 종자를 이용한 cold pressed oil은 전무한 상태이다.

<sup>†</sup> Corresponding author : Jeong-Ho Lim, Tel : 82-31-780-9331,  
Fax : 82-31-780-9333, E-mail : jhlim@kfri.re.kr

국내산 종자유를 대표할 수 있는 참기름에 대한 연구를 살펴본 결과, 볶음 조건에 따른 구성 지질, 물리화학적 특성, 휘발성 향기 성분과 산화 방지 물질에 대한 연구(Fukuda *et al* 1986, Han *et al* 1997, Kim *et al* 2002, Yoshida *et al* 2000, Yoshida *et al* 2001, Yoshida & Takagi 1997), 여과 및 원심분리가 참기름의 산화 안정성에 미치는 영향(Choe & Moon 1994), 참깨 볶음 조건에 따른 참기름의 산화 안전성 및 산화 방지 성분 변화(Kim H 2000, Yen & Shyu 1989), 참기름의 리그난 성분이 유지의 산화 안정성에 미치는 영향(Lee & Choe 2006, Kikugawa *et al* 1983) 등 다수의 논문이 존재하나, cold pressed 방법을 이용하여 채유한 참기름에 대한 연구는 미미한 실정이다.

이에 본 연구는 영양학적, 기능적으로 유용한 참깨를 환경친화적 추출 기술로서 cold pressed 공정을 이용하여 참기름을 제조하고 볶음 압착 참기름과의 영양학적, 기능적인 특성을 조사하고자 하였으며, 아울러 시판 볶음 가열 압착 참기름과 볶음 초임계 추출 참기름과의 산화 안정성 및 영양 성분을 비교, 검토하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 재료

본 실험에 사용된 냉 압착 참기름(CPOS)은 참깨를 세척, 태양 건조한 후 50°C 이하의 온도에서 착유하여 참기름을 얻었으며, 볶음 압착 참기름(VSO)은 참깨를 세척, 태양 건조하여 160°C에서 볶은 후 냉각하여 50°C 이하의 온도에서 착유하여 시료로 사용하였다. 냉 압착 참기름과 볶음 압착 참기름은 2008년 4월에 (주)두바이오(Seoul, Korea)에서 제조하였으며, 대조구로서 볶음 가열 압착 참기름(CHPEO)과 볶음 초임계 추출 참기름(CSFESO)을 시중에서 구입(가락시장, 서울, 대한민국)하여 사용하였다.

### 2. 색도 및 갈색도

색도는 Chromameter(Ultrascan XE, HunterLab Co., Reston, VA, USA)을 이용하여 각 시료유의 L(명도), a(적색도), b(황색도) 값을 측정하였으며, 갈색도는 시료유 5 g에 대하여 25 mL의 메탄올을 가한 뒤 1시간 동안 추출한 다음 여과하여 이 여액을 UV/Visible spectrophotometer(V-570, Jasco Co., Japan)로 420 nm에서 흡광도를 측정하여 갈색도를 나타내었다(Ha & Kim 1996).

### 3. 총 페놀 함량

시료의 총 페놀 함량은 Teresa *et al*(1995)의 방법에 따라 추출한 후 Folin-Ciocalteu 법(AOAC 1995)에 따라 함량을 측

정하였다. 즉, 먼저 시료를 각각 2 g씩 취하여 n-hexane 5 mL에 녹인 후 80% methanol 10 mL를 가하여 폐쇄성 물질을 3회 반복 추출하였다. 이 추출물에 n-hexane 10 mL를 가하여 잔존하는 유지 성분을 제거한 후 무수황산나트륨을 이용하여 수분도 제거하였다. 각각의 층 분리된 80% methanol 층을 감압 농축기를 이용하여 용매를 완전히 제거하였다. 용매가 제거된 각각의 추출물들은 에탄올에 녹여 총 페놀 함량 측정 시료로 사용하였다.

총 페놀 함량은 캡튜브에 시료를 0.5 mL 채취하고 1 N Folin-Ciocalteu 시약을 0.5 mL를 첨가하여 정확히 3분 후에 2% sodium carbonate anhydrous 포화용액 10 mL를 첨가한 후 1시간 동안 반응시킨 것을 여과하여 750 nm에서 UV-spectrophotometer(V-570, Jasco Co., Japan)로 흡광도를 측정하여 총 페놀 함량을 구하였다. 표준 물질로는 tannic acid(Sigma, USA)를 사용하였다.

### 4. 세사몰, 세사민, 세사몰린의 함량

각각의 시료에 존재하는 lignan 화합물(세사몰, 세사민, 세사몰린)의 함량은 Kang *et al*(2000)의 방법을 참조한 HPLC 방법으로 분석하였다. 즉, 착유 시료 0.2 g을 메탄올로 활성화시킨 sep-pak C<sub>18</sub> cartridge(Sep-pak plus, Waters Co., Milford, MA, USA)에 주입한 후 5 mL 메탄올로 용출시키고 이 추출액을 polytetrafluoroethylene 시린지 필터(0.2 μm × 13 mm, Alltech Co., USA)로 여과한 후 HPLC로 분리하였다. 사용한 기기는 Nova-pack C<sub>18</sub> column(4.6 mm × 300 mm, I.d., 5 μm, Waters Co., Milford, MA, USA)을 장착한 Jasco HPLC system이었고, 용출 용매는 메탄올과 물의 혼합 용매(70:30, v/v)로 분당 0.8 mL 속도로 흘러주었으며, UV-975 detector(UV-975, Jasco Co., Japan)를 사용하여 288 nm에서 분석하였다.

### 5. 산화 유도 기간

산화 유도 기간은 Rancimat(Model 678, Metrohm AG, Herisau, Switzerland)으로 Active Oxygen Method(AOM)에 따라 측정하였다(Laubli & Bruttel 1986). 시료유의 산화 유도 기간을 측정하기 위해 각각의 반응 용기에 2.5 g을 칭량한 후 120°C의 가열 장치에 칭량한 시료유를 넣고, 분당 20 mL의 여과된 공기를 주입하여 산화를 유도하였다. 생성된 산화 생성물은 60 mL의 증류수가 들어 있는 흡수 용기에 이행시켜 전기 전도도의 변화에 따라 자동적으로 산출된 시간을 산화 유도 기간으로 하였다.

### 6. 과산화물가

과산화물가는 AOAC법(Sugazara A 2001)에 따라 측정하였다. 즉, 각각의 시료유를 용기에 담아 마개를 닫은 후 60°C

의 빛이 차단된 항온기에 12일 동안 저장하면서 2일 간격으로 과산화물가를 측정하였다. 과산화물가의 측정은 저장한 시료유를 각 실험구 당 1 mL를 취하여 250 mL 마개가 달린 삼각플라스크에 채취하여 측정시료로 하였으며, 아세트산(HOAc)-클로로포름(CHCl<sub>3</sub>)의 3:2 혼합 용액 30 mL를 함께 교반하여 투명하게 용해시킨 다음, 30% 포화요오드칼륨(potassium iodine, KI) 용액 0.5 mL를 정확히 가하고 바로 마개를 닫아 교반한 후 암실에서 10분간 방치하였다. 10분 후에 30 mL의 증류수를 가하여 다시 마개를 닫고 교반한 다음, 1% 전분 용액 1 mL를 첨가하고 0.01 N Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(sodium thio-sulfate) 용액으로 적정할 때 전분에 의한 착색이 소실되는 때를 종말점으로 하였으며, 그 값은 다음 식에 의하여 계산하였다.

$$\text{Peroxide value} = \frac{(A-B) \times 0.01 \times F \times 1000}{S}$$

- A : 시료에 대한 0.01N Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 표준 용액 사용량(mL)  
 B : 공시험구에 대한 0.01N Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 표준 용액 사용량(mL)  
 F : 0.01N Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 표준 용액 역가  
 S : 시료 채취량(g)

### 7. 전자 공여능

시료의 전자 공여능은 Lee *et al*(2007)의 방법을 참고하여, 항산화물질에 의한 2,2-diphenyl-β-picrylhydrazyl(DPPH) 라디칼 소거 효과를 측정하여 조사하였다. 시험관에 0.15 mM DPPH 용액 2.7 mL와 농도별로 조제한 시료 0.8 mL를 넣고 실온에서 15분 동안 방치한 후 흡광도(525 nm)를 UV/Visible spectrophotometer(V-570, Jasco Co., Japan)로 측정하였다. 또한, 시료 대신 메탄올을 사용하여 대조구의 흡광도를 측정하였으며, 아래의 계산식을 이용하여 전자 공여능(%)을 계산하였다.

$$\text{전자공여능(\%)} = \left(1 - \frac{\text{실험구 측정치}}{\text{대조구 측정치}}\right) \times 100$$

### 8. γ-토코페롤 분석

Yen GC(1990)의 방법에 따라 시료유 0.5 g을 메탄올 2.5 mL에 추출한 후, 원심분리하여 상등액을 Nylon Filter(0.2 μm × 13 mm, Alltech Co., USA)를 사용하여 여과 후에 HPLC로 분석하였다. 본 실험에 사용된 HPLC(Jasco Co., Japan) 조건은 Column이 Nova-pack C<sub>18</sub> column(4.6 × 300 mm, I.d., 5 μm, Waters Co., Milford, MA, USA)이었으며, 온도는 45°C, 검출기는 형광 검출기(FP-920, Jasco Co., Japan)를 사용하여 excitation 298 nm emission 330 nm의 조건으로 분석하였다. 이

동상은 메탄올 100%를, 유속은 PU-980(Jasco Co., Japan)을 사용하여 1.5 mL/min의 속도로 분석하였다.

### 9. 지방산 함량

시료의 지방산 조성은 GC에 의한 정량법(KFDA 2000, Cheon *et al* 1988)에 따라 실시하였다. 100 mL 환저 플라스크에 시료를 정밀히 취하여 0.5 N NaOH/methanol을 4 mL 가한 후 100°C 수욕 상에서 5분간 환류 냉각기를 통하여 비누화시켰다. 이 후 14% BF<sub>3</sub>용액 2 mL를 환류 냉각기를 통하여 가하고 다시 30 분간 100°C에서 반응시켜 methylation한 후 iso-octane 용액 2 mL를 가하여 1분간 혼합하고, NaCl 포화용액 5 mL를 가한 후 iso-octane 층을 분리하여 gas chromatograph (Leco 6890N, Agilent Co., USA)로 분석하였다. 이때 분석 조건으로는 injector 온도 260°C, detector 온도 270°C, detector는 FID이었으며, column은 SP 2560(100 m × 0.25 μm, Supelco)을 사용하였다. 오븐의 초기 온도는 140°C로 하고 1분간 유지한 후 230°C까지 분당 4°C의 속도로 온도를 상승시키고 230°C에서 15분간 유지하였다. 지방산 조성은 각 peak의 면적의 상대적인 백분율에 response factor와 fatty acid conversion factor를 곱하여 함량(g/100 g)으로 나타내었다.

### 10. 통계 처리

자료는 통계 처리용 소프트웨어인 SAS(Statistical Analysis System, version 9.0)를 이용하여 분산분석(analysis of variance; ANOVA), 다중범위검정(Duncan's multiple range test) 등을 실시하여 분석하였으며, 이 때 유의 수준은 p<0.05이었다.

## 결과 및 고찰

### 1. 색도 및 갈색도

냉 압착 참기름과 볶음 압착 참기름의 색도와 갈색도를 측정된 결과는 Table 1에 나타내었다. 냉 압착 참기름의 L, a, b 값이 각각 89.18±0.01, -2.45±0.01, 26.73±0.01로 나타나 볶음 압착 참기름 및 대조구의 L 값 범위인 38.30~54.11 수준보다 유의적으로 높았고, 적색도(a)의 23.55~32.10 수준 보다 낮게 나타났으며, 황색도(b)의 25.44~35.23 수준과는 유사하였다.

갈색도는 냉 압착 참기름, 상업용 볶음 초임계 추출 참기름 및 상업용 볶음 가열 압착 참기름, 볶음 압착 참기름 순으로 낮게 나타났으며, 냉 압착 참기름의 갈색도는 0.063으로 0.432~0.700의 범위를 나타낸 비교구에 비하여 유의적으로 매우 낮은 값을 나타내었다. 색도와 갈색도는 볶음 공정 과정을 거치는 동안 색상이 어두워지거나, 갈색도가 높아지는 경향을 나타내었는데, 이는 볶음 공정에 따른 색소 성분의

**Table 1. Hunter's color scale and browning color intensity of sesame oils**

Samples	Color <sup>1)</sup>			B.C.I <sup>2)</sup>
	L	a	b	
Cold pressed sesame oil <sup>3)</sup>	89.18±0.01 <sup>a7)</sup>	-2.45±0.01 <sup>d</sup>	26.73±0.01 <sup>c</sup>	0.063±0.023 <sup>d</sup>
Virgin sesame oil <sup>4)</sup>	38.30±0.02 <sup>d</sup>	32.10±0.01 <sup>a</sup>	25.44±0.01 <sup>d</sup>	0.700±0.057 <sup>a</sup>
Control A <sup>5)</sup>	43.23±0.13 <sup>c</sup>	25.87±0.01 <sup>b</sup>	28.43±0.08 <sup>b</sup>	0.531±0.175 <sup>b</sup>
Control B <sup>6)</sup>	54.11±0.03 <sup>b</sup>	23.55±0.01 <sup>c</sup>	35.23±0.01 <sup>a</sup>	0.432±0.045 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup> L : lightness, a : redness, b : yellowness.

<sup>2)</sup> Browning Color Intensity.

<sup>3)</sup> Press extracted sesame oil made without roasting sesame seeds(CPSO).

<sup>4)</sup> Press extracted sesame oil made from roasted sesame seeds(VSO).

<sup>5)</sup> Commercial heat-press extracted sesame oil made from roasted sesame seeds(CHPESO).

<sup>6)</sup> Commercial supercritical fluid extracted sesame oil made from roasted sesame seeds(CSFESO).

<sup>7)</sup> <sup>a-d</sup> Means with the same letter in a column sample are not significantly different( $p < 0.05$ ).

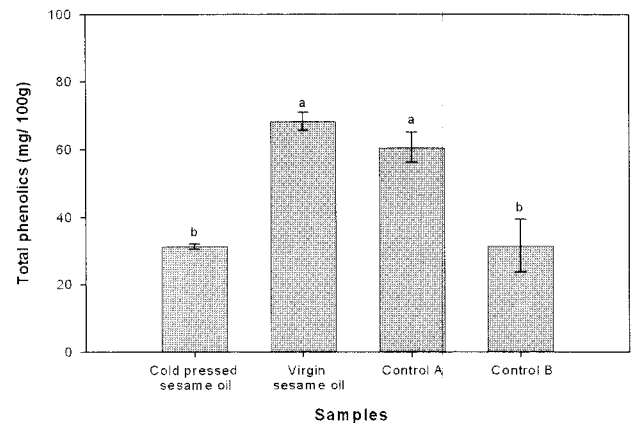
생성에 의한 것으로, 냉 압착 참기름과 볶음 압착 참기름을 판별할 수 있는 중요한 특징 중 하나인 것으로 판단된다.

## 2. 총 페놀 함량

냉 압착 참기름, 볶음 압착 참기름 및 상업용 참기름의 총 페놀 함량을 측정된 결과, 각각 31.27±0.75, 68.33±2.66, 60.65±4.40 및 31.44±7.86 mg/100 g으로 볶음 압착 참기름이 가장 높은 총 페놀 함량을 나타내었다(Fig. 1). 볶음 압착 참기름은 냉 압착 참기름보다 약 2.18배, 상업용 볶음 초임계 추출 참기름보다 약 2.17배 정도 높은 총 페놀 함량을 나타내었으며, 상업용 볶음 가열 압착 참기름과 유사한 값을 나타내었다. 참기름의 페놀성 화합물은 리그난류가 대표적인 물질이며 항산화 활성에 관여하는 것으로 알려지고 있다(Fukuda *et al* 1986). Kim HW(2000)은 이들 페놀성 화합물은 정제 및 탈색 등의 공정에 따라 현저한 변화를 일으키며, 가열 온도의 증가에 따라 더욱 높아진다고 보고하였다. 본 연구에서도 냉 압착 참기름에 비하여 볶음 압착 참기름 및 상업용 참기름의 총 페놀 함량이 높게 나타나 Kim HW(2000)의 연구와 유사한 결과를 나타내었다. 또한, 본 실험에서 볶음 압착 참기름(볶음 가열 압착 및 볶음 초임계 추출 참기름)의 총 페놀 함량이 가장 높게 나타난 결과로 볼 때, 볶음 압착 참기름의 산화 안정성이 가장 클 것으로 판단된다.

## 3. 세사몰, 세사민, 세사몰린

제조 방법에 따른 냉 압착 참기름과 볶음 압착 참기름의 세사몰, 세사민, 세사몰린 함량은 Table 2에 나타내었다. 참기름 시료에서 분리한 리그난 성분들의 크로마토그램은 세사몰, 세사민, 세사몰린의 순서대로 피크가 나타났으며, 이들 성분은 참기름의 산화 안정성에 관여하는 것으로 알려진 세



**Fig. 1. Total phenolics(mg/100 g) of cold pressed sesame oil, virgin sesame oil, commercial heat-press extracted sesame oil and commercial supercritical fluid extracted oil.**

Values given are the mean of three replicates±standard deviation. Cold pressed sesame oil; Press extracted sesame oil made without roasting sesame seeds(CPSO). Virgin sesame oil; Press extracted sesame oil made from roasted sesame seeds(VSO). Control A; Commercial heat-press extracted sesame oil made from roasted sesame seeds(CHPESO). Control B; Commercial supercritical fluid extracted sesame oil made from roasted sesame seeds(CSFESO). <sup>a,b</sup> Means with the same letter in each sample are not significantly different( $p < 0.05$ )

사몰과 세사몰린의 면적에서 냉 압착 참기름과 볶음 압착 참기름의 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다.

세사몰린 함량의 경우, 냉 압착 참기름이 61.44±6.19 mg/100 g oil로서 볶음 압착 참기름의 71.17±3.74 mg/100 g oil에 비하여 낮게 나타났다. 또한, 세사몰의 경우, 냉 압착 참기름에서는 검출되지 않았으나, 볶음 압착 참기름에서는 53.84±0.12 mg/100 g oil로 유의적으로 높게 나타났다. 이는 볶음과

**Table 2. Contents of lignan of cold pressed sesame oil, virgin sesame oil, commercial heat-press extracted sesame oil and commercial supercritical fluid extracted oil**

Samples	Content (mg/100g oil) <sup>1)</sup>			
	Sesamol	Sesamin	Sesamolignin	Total
Cold pressed sesame oil <sup>2)</sup>	ND <sup>6)</sup>	192.03±12.99 <sup>c</sup>	61.44±6.19 <sup>c</sup>	253.46±19.18 <sup>bc</sup>
Virgin sesame oil <sup>3)</sup>	53.84±0.12 <sup>a7)</sup>	230.00±0.33 <sup>a</sup>	71.17±3.74 <sup>b</sup>	355.00±3.95 <sup>a</sup>
Control A <sup>4)</sup>	12.95±5.87 <sup>c</sup>	215.20±8.39 <sup>b</sup>	85.73±8.43 <sup>a</sup>	313.89±22.70 <sup>ab</sup>
Control B <sup>5)</sup>	35.61±0.10 <sup>b</sup>	164.45±8.07 <sup>d</sup>	59.49±4.77 <sup>d</sup>	238.73±38.03 <sup>c</sup>

1) Mean±standard deviation.

2)~5) Treatments for the extraction of sesame oil are the same as those in Table 1.

6) Not detectable.

7) a~d Means with the same letter in a column sample are not significantly different( $p<0.05$ ).

정에서 리그난의 일종인 세사몰린의 일부가 분해되어 세사몰이 생성되면서 항산화성을 증가시킨다는 Fukuda Y(1992)와 Fukuda *et al*(1985)의 결과와 유사한 경향을 나타내었다. Yen GC(1990)는 참깨의 볶음 온도를 증가시킬 경우 세사몰 함량이 급격히 증가한다고 하였으며, 세사몰린의 경우는 220℃ 이상의 온도에서 급격히 감소하여 260℃ 이후에서는 완전히 분해된다고 보고하였다. 또한, 세사민은 볶지 않은 참깨의 경우가 가장 많이 함유되어 있는 것으로 보고하고 있으나, 본 실험 결과에서는 냉 압착 참기름이 볶은 압착 참기름에 비하여 세사몰, 세사민, 세사몰린 함량이 모두 낮게 나타났다. 그러나 냉 압착 참기름의 세사민, 세사몰린 함량은 상업용 볶음 초임계 추출 참기름보다는 높은 값을 나타내었다.

#### 4. 산화 유도 기간

각 참기름의 Rancimat을 이용한 산화 유도 기간을 측정한 결과는 Table 3에 나타내었다. 냉 압착 참기름의 산화 유도 기간은 평균 4.53±0.22시간으로 볶음 압착 참기름의 19.90±0.52보다 약 4.39배 짧게 나타남에 따라 산화에 대한 안정성이 볶음 압착 참기름에 비하여 낮음을 알 수 있었다. 또한, 상업용 참기름(볶음 가열 압착 및 볶음 초임계 추출 참기름)도 산화 유도 기간이 각각 16.50±2.63, 12.23±0.64시간으로 냉 압착 참기름보다 약 2.69~3.64배 정도 산화 유도 기간이 길게 나타났다.

Nam & Chung(2008)은 상업용 볶음 가열 압착 참기름의 유지 산패 유도 기간을 9.10시간, 볶음 흑참깨분 참기름을 12.25시간으로 보고한 바 있으며, Lee & Choe (2006)은 세사몰이 세사몰린이나 세사민에 비해 리놀렌산의 산화 억제에 더욱 효과적이고, 과산화 라디칼의 자유라디칼 연쇄 반응을 줄임으로써 유지의 자동 산화를 억제한다고 보고하였다(Yoshida & Takagi 1999). 본 실험에서도 세사몰 및 총 리그난 함량이 가장 높은 볶음 압착 참기름의 산화 유도 기간이 가장 긴 것

**Table 3. Oxidation induction periods of the sesame oils by the AOM at 120℃**

Samples	Oxidation induction period(hr.) <sup>1)</sup>
Cold pressed sesame oil <sup>2)</sup>	4.53±0.22 <sup>d6)</sup>
Virgin sesame oil <sup>3)</sup>	19.90±0.52 <sup>a</sup>
Control A <sup>4)</sup>	16.50±2.63 <sup>b</sup>
Control B <sup>5)</sup>	12.23±0.64 <sup>c</sup>

1) Mean±standard deviation.

2)~5) Treatments for the extraction of sesame oil are the same as those in Table 1.

6) a~d Means with the same letter in a column sample are not significantly different( $p<0.05$ ).

로 나타났으며, 세사몰린 함량이 유사한 냉 압착 참기름과 상업용 볶음 초임계 추출 참기름의 경우에도 세사몰 함량이 높은 상업용 볶음 초임계 추출 참기름의 산화 유도 기간이 긴 것으로 나타나, Lee & Choe(2006)의 연구와 유사한 결과를 나타내었다.

#### 5. 과산화물가

냉 압착 참기름과 볶음 압착 참기름 시료의 저장 중 과산화물가 변화를 측정하기 위하여 같은 크기의 유리용기에 일정량의 시료를 담고 60℃ 항온기에 저장하면서 2일 간격으로 1 mL 씩 취하여 과산화물가의 변화를 측정한 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 저장 0일에 냉 압착 참기름과 볶음 압착 참기름 및 상업용 참기름(볶음 가열 압착 및 볶음 초임계 추출 참기름)의 과산화물가를 비교하면, 각각 2.66±1.22, 4.24±0.78, 6.53±1.23 및 4.73±0.78 meq/kg oil로 상대적으로 냉 압착 참기름이 과산화물가를 가장 적게 생성된 것으로 나타났다. 그러나, 저장 기간에 따른 과산화물가의 변화는 냉 압착 참기름

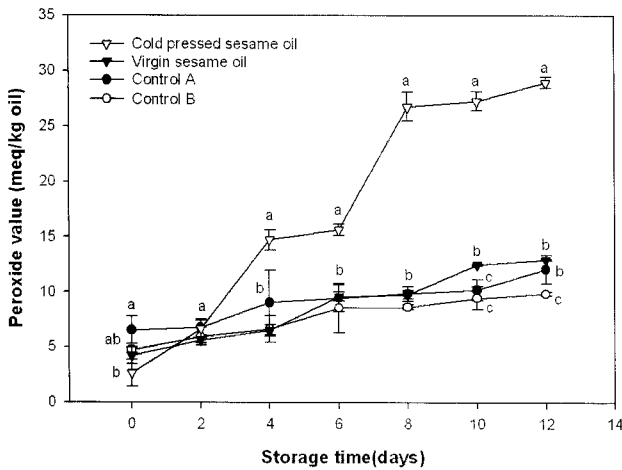


Fig. 2. Changes of the peroxide value of different sesame oils during storage at 60°C.

Values given are the mean of three replicates±standard deviation. Cold pressed sesame oil; Press extracted sesame oil made without roasting sesame seeds(CPSO). Virgin sesame oil; Press extracted sesame oil made from roasted sesame seeds(VSO). Control A; Commercial heat-press extracted sesame oil made from roasted sesame seeds(CHPESO). Control B; Commercial supercritical fluid extracted sesame oil made from roasted sesame seeds (CSFESO). <sup>a-c</sup> Means with the same letter in each sample are not significantly different( $p < 0.05$ ).

에서 가장 높게 나타나, 저장 6일에 15.63±0.51 meq/kg oil, 저장 12일에 28.95±0.51 meq/kg oil로 급격히 증가하는 경향을 나타내었다. 볶음 압착 참기름과 상업용 참기름(볶음 가열 압착 및 볶음 초임계 추출 참기름)의 과산화물가값은 저장 12일에 9.86~12.92 meq/kg oil 수준으로 저장 12일 동안 5.56~8.68 meq/kg oil의 증가 범위를 나타내어 냉 압착 참기름이 상대적으로 산화 안정성이 낮은 것으로 나타났다. 이는 산화 유도 기간의 결과와 유사하여 세사몰의 함량과 총 페놀 함량이 가장 낮은 냉 압착 참기름의 과산화물가가 급격하게 증가하였고, 세사몰 함량과 총 페놀 함량이 높은 볶음 압착 참기름이 상업용 참기름(볶음 가열 압착 및 볶음 초임계 추출 참기름)과 유사한 경향을 나타내는 것으로 판단된다. Kim HW (2000)은 참깨의 볶음 온도의 상승에 따라 유도 기간이 증가하여 산패에 안정성을 증가시키는 것으로 보고하고 있으며, 또한 세사몰이 세사민에 비해 과산화물의 생성을 억제하는데 더 유용하며(Lee et al 2008), 세사몰과 토코페롤의 상호작용에 의해 유지의 산화 안정성이 증가하는 것으로 보고하여(Shahidi et al 1997) 본 실험의 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

6. 전자 공여능

각 참기름의 전자 공여능을 2,2-diphenyl-β-picrylhydrazyl

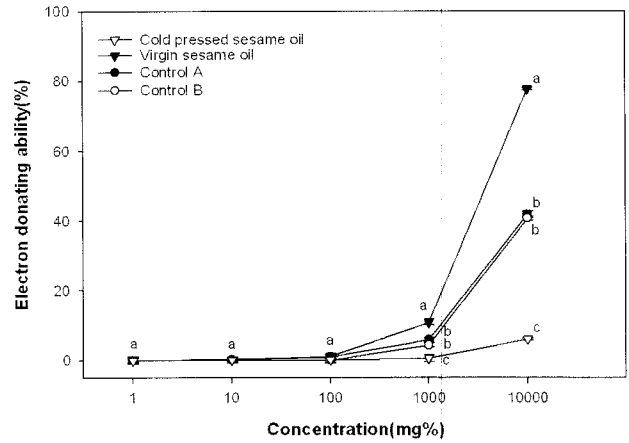


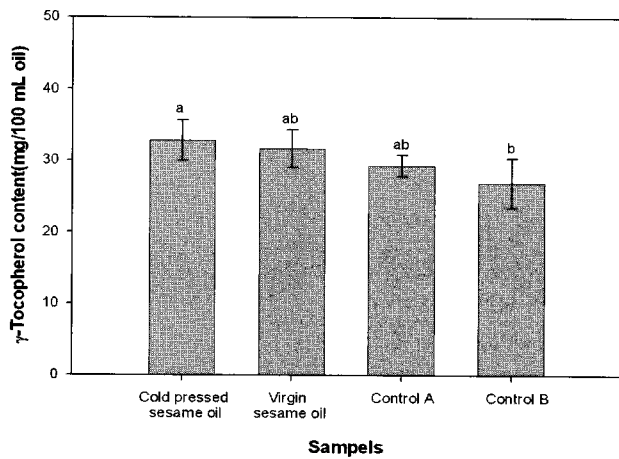
Fig. 3. Electron donating abilities of cold pressed sesame oil, virgin sesame oil, commercial heat-press extracted sesame oil and commercial supercritical fluid extracted oil.

Values given are the mean of three replicates±standard deviation. Cold pressed sesame oil; Press extracted sesame oil made without roasting sesame seeds(CPSO). Virgin sesame oil; Press extracted sesame oil made from roasted sesame seeds(VSO). Control A; Commercial heat-press extracted sesame oil made from roasted sesame seeds(CHPESO). Control B; Commercial supercritical fluid extracted sesame oil made from roasted sesame seeds(CSFESO). <sup>a-c</sup> Means with the same letter in each sample are not significantly different( $p < 0.05$ ).

(DPPH) 라디칼의 소거 정도에 따라 비교하여 측정하였다(Fig. 3). 1~10,000 mg% 범위의 농도에 따른 전자 공여능의 변화를 살펴본 결과, 100 mg%까지 시료간의 유의적인 차이를 나타내지 않았지만, 1,000 mg%의 농도에서부터 시료간의 차이를 나타내어 볶음 압착 참기름이 10.81±0.85%로서 유의적으로 높은 값을 나타내었고, 상업용 참기름(볶음 가열 압착 및 볶음 초임계 추출 참기름)은 각각 5.82±0.62, 4.32±0.51%로서 유사하게 나타났으며, 냉 압착 참기름은 0.53±0.96%로서 가장 낮은 효능을 나타내었다. 10,000 mg% 농도의 경우에도 볶음 압착 참기름이 77.76±0.44%, 상업용 참기름(볶음 가열 압착 및 볶음 초임계 추출 참기름)은 각각 41.86±0.96, 40.69±0.62%, 냉 압착 참기름은 5.99±0.27%로 나타나 볶음 압착 참기름의 전자 공여능이 다른 시료유에 비하여 큰 것으로 나타났다. 이러한 결과는 산화 유도 기간 및 과산화물가 측정에 의한 산화 안정성 실험 결과와도 유사한 경향을 나타내었다.

7. 토코페롤

냉 압착 및 볶음 압착 참기름의 γ-토코페롤 함량을 비교 분석한 결과는 Fig. 4에 나타내었다. 냉 압착 참기름의 경우 γ-토코페롤 함량이 32.82±2.82 mg/100 mL oil이었으며, 볶음 압착 참기름은 31.66±2.70 mg/100 mL oil을 나타내었다. 대조구로 시험한 상업용 볶음 가열 압착 참기름의 경우,



**Fig. 4.**  $\gamma$ -Tocopherol contents of cold pressed sesame oil, virgin sesame oil, commercial heat-press extracted sesame oil and commercial supercritical fluid extracted oil.

Values given are the mean of three replicates  $\pm$  standard deviation. Cold pressed sesame oil; Press extracted sesame oil made without roasting sesame seeds (CPSO). Virgin sesame oil; Press extracted sesame oil made from roasted sesame seeds (VSO). Control A; Commercial heat-press extracted sesame oil made from roasted sesame seeds (CHPESO). Control B; Commercial supercritical fluid extracted sesame oil made from roasted sesame seeds (CSFESO). <sup>a,b</sup> Means with the same letter in each sample are not significantly different ( $p < 0.05$ ).

29.26 $\pm$ 1.54 mg/100 mL oil, 상업용 볶음 초임계 추출 참기름은 26.87 $\pm$ 3.44 mg/100 mL oil을 나타내어 냉 압착 참기름의  $\gamma$ -토코페롤 함량이 가장 높게 나타났다. 참깨종자의 토코페롤은 일반적으로 98% 이상이  $\gamma$ -토코페롤로 약 40 mg% 정도 함유되어 있으며 (Kim HW 2000), 토코페롤 함량 중  $\alpha$ -토코페롤은 제조 공정에 따른 차이를 나타내지 않으나  $\gamma$ -토코페롤 함량은 제조 공정에 따라 차이가 나타난다고 보고하였다 (Lee *et al* 2008). 또한, 볶음 온도와 관련하여 220 $^{\circ}$ C의 온도로 증가시킬 때까지 기름 유출과 토코페롤 함량이 증가하는데, 이는 기름 추출율과 지용성 비타민 추출율이 비례하기 때문인 것으로 보고하였다 (Koizumi *et al* 1996). Choe & Moon (1994)은 압착유에서 60.93 mg/100 mL oil 함유된  $\gamma$ -토코페롤이 여과 또는 원심분리 과정을 통해 각각 75.15 mg/100 mL oil과 68.12 mg/100 mL oil로 증가하여 볶음 참기름의 산화 안정성에 기여한다고 보고하였다. 따라서, 본 실험의 결과로 참기름 제조 방법에 따른  $\gamma$ -토코페롤 함량 변화에 대한 경향을 일괄적으로 기술하기에는 무리가 있으며, 이에 대한 연구가 더 필요할 것으로 판단된다.

## 8. 지방산

냉 압착 및 볶음 압착 참기름의 지방산 조성을 분석한 결과는 Table 4에 나타내었다. 각 참기름에서 총 지방산 함량

**Table 4.** Fatty acid content of cold pressed sesame oil, virgin sesame oil, commercial heat-press extracted sesame oil and commercial supercritical fluid extracted oil

Fatty acid	Content (g/100 g) <sup>1)</sup>			
	Cold pressed sesame oil <sup>2)</sup>	Virgin sesame oil <sup>3)</sup>	Control A <sup>4)</sup>	Control B <sup>5)</sup>
Butyric acid	0.49 $\pm$ 0.01	1.14 $\pm$ 0.01	0.44 $\pm$ 0.02	1.22 $\pm$ 0.53
Palmitic acid	8.91 $\pm$ 0.01	8.40 $\pm$ 0.01	9.68 $\pm$ 0.01	8.40 $\pm$ 0.05
Palmitoleic acid	0.10 $\pm$ 0.02	0.09 $\pm$ 0.01	0.11 $\pm$ 0.01	0.10 $\pm$ 0.00
Stearic acid	4.49 $\pm$ 0.01	4.56 $\pm$ 0.01	4.73 $\pm$ 0.01	4.50 $\pm$ 0.04
Elaidic acid	ND <sup>8)</sup>	0.15 $\pm$ 0.00	0.13 $\pm$ 0.01	0.09 $\pm$ 0.00
Oleic acid	33.46 $\pm$ 0.10	31.59 $\pm$ 0.11	33.89 $\pm$ 0.01	33.27 $\pm$ 0.31
Linoleic acid	42.86 $\pm$ 0.09	43.98 $\pm$ 0.12	40.35 $\pm$ 0.01	42.72 $\pm$ 0.29
Arachidic acid	0.42 $\pm$ 0.00	0.42 $\pm$ 0.01	0.44 $\pm$ 0.00	0.42 $\pm$ 0.01
Eicosenoic acid	0.15 $\pm$ 0.00	0.15 $\pm$ 0.00	0.15 $\pm$ 0.00	0.16 $\pm$ 0.00
Linolenic acid	0.35 $\pm$ 0.00	0.35 $\pm$ 0.00	0.32 $\pm$ 0.00	0.35 $\pm$ 0.00
Behenic acid	0.08 $\pm$ 0.00	0.08 $\pm$ 0.00	0.08 $\pm$ 0.00	0.08 $\pm$ 0.00
Lignoceric acid	0.04 $\pm$ 0.00	0.04 $\pm$ 0.00	0.04 $\pm$ 0.00	0.04 $\pm$ 0.00
USFA <sup>6)</sup> /SFA <sup>7)</sup>	5.33	5.21	4.86	5.23

<sup>1)</sup> Mean  $\pm$  standard deviation.

<sup>2)-5)</sup> Treatments for the extraction of sesame oil are the same as those in Table 1.

<sup>6)</sup> USFA: Unsaturated fatty acid.

<sup>7)</sup> SFA: Saturated fatty acids.

<sup>8)</sup> Not detectable.

은 90.36~91.35 g/100 g의 범위로서 냉 압착 및 상업용 볶음 초임계 추출 참기름이 높게 나타났다. 지방산은 linoleic acid, oleic acid, palmitic acid, stearic acid 순으로 높은 함량을 나타내어 Kang *et al*(2002)이 보고한 국내산 참기름의 주요 지방산 분포와 유사한 결과를 나타내었다. 지방산 중 oleic acid와 linoleic acid는 냉 압착 참기름이 76.02 g/100 g으로 가장 높게 나타난 반면, 상업용 볶음 가열 압착 참기름이 74.24 g/100 g으로 가장 낮게 나타났다. Linolenic acid는 냉 압착, 볶음 압착 및 상업용 볶음 초임계 추출 참기름이 0.35 g/100 g을 나타내었다. 이는 볶음 온도 160~260°C에서는 지방산 함량이 뚜렷히 감소되며, 특히 볶음 온도 220°C 이상에서 oleic acid, linoleic acid가 감소한다는 보고와 유사한 경향을 나타내었다(Yen GC 1990). 또한, 지방산 중 *trans*-지방산의 함량은 냉 압착 참기름, 볶음 초임계 추출 참기름, 볶음 가열 압착 참기름, 볶음 압착 참기름의 순으로 낮게 나타났다. 지방산 조성 중 포화 지방산 함량에 대한 불포화 지방산 함량의 비율은 냉 압착 참기름이 5.33으로서 볶음 압착 참기름, 상업용 참기름(볶음 가열 압착 및 볶음 초임계 추출 참기름)의 5.21, 5.23 및 4.86에 비하여 높아 영양성과 기능성 면에서 상대적으로 냉 압착 참기름이 우수한 것으로 나타났으며, 볶음 시간이 길어질수록 포화 지방산의 감소와 불포화 지방산의 증가 현상이 부분적으로 나타난다는 보고와 유사한 결과를 나타내었다(Ser *et al* 1996).

## 요 약

냉 압착 참기름과 볶음 압착 참기름 및 상업용 참기름(볶음 가열 압착 및 볶음 초임계 추출 참기름)의 색도 및 갈변도, 총 페놀 함량, 리그난 함량, 산화 유도 기간, 과산화물가, 전자 공여능을 측정하여 각 참기름의 특성을 비교하였다. 냉 압착 참기름의 명도는 89.18로서 볶음 압착 참기름의 32.10에 비하여 2배 이상 높게 나타났으며, 갈색도의 경우에도 각각 0.063과 0.700을 나타내어 냉 압착유의 갈색화 정도가 낮은 것으로 나타났다. 총 페놀 함량의 경우 볶음 압착 참기름이 68.33 mg/100 g으로 냉 압착 참기름에 비하여 2.18배 이상인 것으로 나타났으며, 세사몰, 세사민, 세사몰린 함량도 볶음 압착 참기름이 냉 압착 참기름에 비하여 높게 나타내었다. 냉 압착 참기름의 산화 유도 기간은 4.53시간으로 볶음 압착 참기름의 19.90시간에 비하여 4.39배 짧게 나타났으며, 상업용 참기름(볶음 가열 압착 및 볶음 초임계 추출 참기름)의 산화 유도 기간은 각각 16.50 및 12.23시간이었다. 저장 12일 후 과산화물가를 비교해 보면 냉 압착 참기름이 28.95 meq/kg oil, 볶음 압착 참기름이 12.92 meq/kg oil, 상업용 참기름(볶음 가열 압착 및 볶음 초임계 추출 참기름)이 각각

12.09 및 9.86 meq/kg oil인 것으로 나타났다. 또한, 전자 공여능은 볶음 압착 참기름이 1,000 mg% 이상의 농도에서 급격히 증가하여 10,000 mg%에서 77.76%의 효능을 보였으나, 냉 압착 참기름의 전자 공여능은 6%를 넘지 못하였다. 지방산 함량의 경우, 냉 압착 참기름이 oleic acid와 linoleic acid 함량이 가장 높았으며, 포화 지방산에 대한 불포화 지방산의 비율 또한 5.33으로 가장 높게 나타났다. 상기의 실험 결과를 통하여, 냉 압착 참기름은 일반적인 볶음 가열 압착 참기름에 비하여 산화 안정성은 낮으나 색상, 영양성 및 위생성을 높일 수 있다는 결론을 얻게 되었다. 이러한 결론은 볶음 및 가열 공정에 의한 갈변 반응의 산물이 참기름의 색상을 짙게 할 뿐만 아니라 리그난 등의 물질의 유출을 가속화시켜 산화 안정성을 높이나, 가열 변성에 의한 불포화 지방산/포화 지방산 비율의 감소와 *trans*-지방산 생성 등의 위생성과 영양성을 감소시키는 것으로 나타났다. 따라서 비열공정을 통하여 생산되는 냉 압착 참기름은 기존 참기름 시장에 신선한 추출 방법으로 제시될 수 있을 것으로 보이며, 이와 아울러, 볶음 및 가열 공정이 없는 냉 압착 참기름의 산화 안정성을 높여 유망한 유통식품으로 자리 잡을 수 있는 방법에 대한 다양한 연구의 필요성이 요구된다.

## 문 헌

- Anonymous (2006) The food and distribution yearbook. The Food Journal. Seoul, Korea. pp 394-401.
- AOAC (1995) *Official Methods of Analysis*. 16th ed. Method 952.03 Association of Official Analytical Communities, Arlington, VA, USA. Chapter 26, pp 16-17.
- Cheon SJ, Lim YH, Song IS (1988) Detection of adulteration of sesame oil. Chromatographic determination of rape seed oil in sesame oil. *Korean J Food Hygiene* 3: 105-109.
- Choe E, Moon S (1994) Effects of filtration or centrifugation on the oxidative stabilities of sesame oil. *Agric Chem Biotechnol* 37: 168-174.
- FAO/WHO (2007) Codex Stan 210, Codex standard for named vegetable oils. Codex Alimentarius Commission. Rome, Italy. pp 1-13.
- Fukuda Y (1992) Its use and the antioxidants in sesame seed. *Shokuhin Kogyo* 3: 30-37.
- Fukuda Y, Nagata M, Osawa T, Namiki M (1986) Contribution of lignan analogues to antioxidative activity of refined unroasted sesame seed oil. *J Am Oil Chem Soc* 64: 1027-1031.
- Fukuda Y, Osawa T, Namiki M, Ozaki T (1985) Studies on



- antioxidative substances in sesame Seed. *Agric Biol Chem* 49: 301-306.
- Ha JH, Kim DH (1996) Changes in the physico-chemical properties of the meals from the defatted sesame seeds at various roasting temperature and time. *Korean J Food Sci Technol* 28: 246-252.
- Han J, Moon S, Ahn S (1997) Effects of oil refining processes on oxidative stability and antioxidative substances of sesame oil. *Korean J Food Sci Technol* 29: 15-20.
- Kang CH, Park JK, Park JU, Chun SS, Lee SC, Ha JU, Hwang YI (2002) Comparative studies on the fatty acid composition of Korean and Chinese sesame oils and adulterated sesame oils with commercial edible oils. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 17-20.
- Kang MH, Oh MK, Bang JK, Kim DH, Kang CH, Lee BH (2000) Varietal difference of lignan contents and fatty acids composition in Korean sesame cultivars. *Korean J Crop Sci* 45: 203-206.
- Kang MH, Ryu SN, Bang JK, Min KS, Lee BH (1999) Physiological functions of sesamin and sesamol in sesame. *Korean J Intl Agric* 11: 126-137.
- KFDA (2007) Korean food code (a separate volume). Munsyoungsa, Seoul, Korea. pp 22-25.
- Kikugawa K, Arai M, Kurechi T (1983) Participation of sesamol in stability of sesame oil. *J Am Oil Chem Soc* 60: 1528-1533.
- Kim HW (2000) Studies on the antioxidative compounds of sesame oils with roasting temperature. *Korean J Food Sci Technol* 32: 246-251.
- Kim SH, Kim IH, Kim JO, Lee GD (2002) Comparison of components of sesame oil extracted from sesame flour and whole sesame. *Korean J Food Preserv* 9: 67-73.
- Koizumi Y, Fukuda Y, Namiki M (1996) Effect of roasting conditions on antioxidative activity of roasted sesame seed oil. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaisai* 43: 689-694.
- Laubli MW, Bruttel PA (1986) Determination of the oxidative stability of fats and oils, comparison between the active oxygen method (AOCS Cd 12-57) and the Rancimat method. *J Am Oil Chem Soc* 63: 792-795.
- Lee J, Choe E (2006) Extraction of lignan compounds from roasted sesame oil and their effects on the autoxidation of methyl linoleate. *J Food Sci* 71: 430-436.
- Lee JM, Chung H, Chang PS, Lee JH (2007) Development of a method predicting the oxidative stability of edible oils using 2,2-diphenyl- $\beta$ -picrylhydrazyl(DPPH). *Food Chem* 103: 662-669.
- Lee JY, Kim MJ, Choe EO (2008) Study on the changes of tocopherols and lignans and the oxidative properties of roasted sesame oil during manufacturing and storage. *Korean J Food Sci Technol* 40: 15-20.
- Lyon CK (1972) Sesame, current knowledge of composition and use. *J Am Oil Chem Soc* 49: 245-249.
- Nam MJ, Chung HY (2008) Oxidative stability of sesame oil prepared from black sesame flour. *Korean J Food Sci Technol* 40: 141-145.
- Ser JH, Kim JL, Lee GD, Kwan JH (1996) Comparison of major components of sesame oil extracted from Korean and Chinese sesames. *J Food Hyg Safety* 11: 215-220.
- Shahidi F, Amarowicz R, Abou-Gharbia H, Shehata A (1997) Endogenous antioxidants and stability of sesame oil as affected by processing and storage. *J Am Oil Chem Soc* 74: 143-148.
- Spencer GF, Herb SF, Gormisky PJ (1976) Fatty acid composition as a basis for identification of commercial fats and oils. *J Am Oil Chem Soc* 53: 94-98.
- Sugazara A (2001) Miracle of black food syndrome. Dongdown, Seoul, Korea. pp 56-57.
- Takeda T, Fukuda Y (1997) Cooking properties of sesame seeds. (Part 1) Roasting conditions and component changes. *J Home Econ Jpn* 48: 137-143.
- Teresa SM, Huang SW, Edwin NF (1995) Effect of natural antioxidants in virgin olive oil on oxidative stability of refined, bleached, and deodorized olive oil. *J Am Oil Chem Soc* 72: 1131-1137.
- Yen GC (1990) Influence of seed roasting process on the changes in composition and quality of sesame(*Sesamum indicum*) oil. *J Sci Food Agric* 50: 563-569.
- Yen GC, Shyu SL (1989) Oxidative stability of sesame oil prepared from sesame seed with different roasting temperature. *Food Chem* 31: 215-224.
- Yoo M, Kim H, Kim K, Kang M (2004) Antioxidant effect of brown substances separated from defatted roasted sesame dregs. *Food Sci Biotechnol* 13: 274-278.
- Yoshida H, Abe S, Hirakawa Y, Takagi S (2000) Roasting influences on molecular species of triacylglycerols in sesame seeds (*Sesamum indicum*). *J Sci Food Agric* 80: 1495-1502.
- Yoshida H, Abe S, Hirakawa Y, Takagi S (2001) Roasting ef-

- ffects on fatty acid distributions of triacylglycerols and phospholipids in sesame (*Sesamum indicum*) seeds. *J Sci Food Agric* 81: 620-626.
- Yoshida H, Takagi S (1997) Effects of seed roasting temperature and time on the quality characteristics of sesame (*Sesamum indicum*) oil. *J Sci Food Agric* 57: 19-26.
- Yoshida H, Takagi S (1999) Antioxidative effects of sesamol and tocopherols at various concentrations in oils during microwave heating. *J Sci Food Agric* 79: 220-226.
- (2008년 8월 20일 접수, 2008년 9월 18일 채택)