

## 가공조건에 따른 참기름의 benzo(a)pyrene 변화

장기화<sup>†</sup>

<sup>†</sup>경기대학교 외식조리관리학과  
(2011년 11월 16일 접수 ; 2011년 12월 6일 채택)

### The Changes of Benzo(a)pyrene in Sesame Oil Affected by Processing Conditions

Gi-Hwa Jang<sup>†</sup>

<sup>†</sup>Dept. of Foodservice and culinary management, Kyonggi University, Suwon 443-760, Korea  
(Received November 16, 2011 ; Accepted December 6, 2011)

**Abstract :** Sesame oil is a simple pressed oil as unrefined oil. During manufacturing process of roasting-expression, benzo(a)pyrene[B(a)P] formed as a strong carcinogenic substance is cause a social problem. In manufacturing process of sesame oil, it had following the forming pathway of benzo(a)pyrene[B(a)P] as well as minimizing plan of B(a)P formation. Suitable roasting condition by roaster was during 15~20min at 220°C, B(a)P content in sesame oil was 1.35~1.57µg/kg. Between roasting temperature and/or roastingtime and forming amount of B(a)P was showed a linear correlation. As a point of view the turbidity and yield of final product, roasting process of the more regular level was required.

**Keywords :** benzo(a)pyrene[B(a)P], roastingtime, forming amount, sesame Oil.

## 1. 서론

다환방향족탄화수소(polycyclicaromatic hydrocarbons, PAHs)는 200여종의 유도체화합물들이 알려져 있으며[1-2], 이들 중 일부는 돌연변이원성과 발암성이 밝혀진 바 있다[3].

제조과정 중 직화처리를 행하는 참기름, 들기름, 고추씨기름 등은 볶음과정에서 부분적으로 고온에 노출되고 발생하는 연기와 직접적인 접촉이 가능한 등의 원인으로 인하여 일반정제유에 비하여 B(a)P의 발생우려가 크기 때문에 그 가능성을 충분히 짐작 할 수 있다. 특히 압착

참기름은 최근 선보이고 있는 초임계추출참기름, 정제 참기름 및 다른 식용 유지들과 달리 탈검-탈산-탈색-탈취 등의 일반적인 정제과정 없이 대부분 단순한 침전분리, 여과 등의 물리적인 정제에만 의존하고 있다. 따라서, 원료 자체가 오염 되었거나 제조 공정 중에서 생성될 경우 이는 그대로 최종제품에 잔류하게 되는 문제점을 안고 있다.

또한, 참기름 제조과정 중 볶는 과정에서 온도와 시간에 따른 PAHs 생성량 변화를 분석하고 볶음방법에 따른 PAHs 생성량의 변화를 측정하여 중요한 결과를 도출한 바 있다. 즉, 볶음온도를 190, 220°C에서 가열시간이 늘어날수록 PAHs 생성량은 다소 증가하였으나 유의적인 차이가 없었지만, 고온인 250°C에서는 볶음

<sup>†</sup>주저자 (E-mail : zazazan0814@hanmail.net)

시간이 늘어남에 따라 PAHs 생성량은 유의적인 차이를 보였다. 이와 함께 볶음방법에 따른 PAHs 함량은 간접가열 방식인 열풍을 이용하여 참깨를 볶은 후 착유하는 참기름 제조방법 볶은 후 착유한 참기름이 직접가열 방식으로 볶은 후 착유한 참기름보다 적게 검출되었다. 결론적으로 색도, 가열온도 와 시간, 가열방법을 생각해 볼 때, 열풍가열방법으로 250℃에서 10분간 에 가장 효율적인 가공방법이라고 판정하였다[4]. 이러한 연구들 외에도 식용유지에 관한 연구동향을 살펴보면, 정 등[5]의 연구에서 국내 에 유통되는 대두유, 참기름, 올리브유, 마가린 등 식용유지 총 250건을 대상으로 대표적 PAHs 화합물인 B(a)P 등 8개 PAHs 화합물에 대하여 분석하였다. 분석한 식용유지 중 야자유, 고추씨기름, 참기름 등이 일반 유지에 비해 PAHs가 높게 검출되었다고 보고하였다. 하지만 우리나라에서 현재 유통되는 식용유지 중 B(a)P 등 PAHs 함량은 외국의 모니터링 결과와 유사하거나 낮은 수준이라고 판정하였다. 본 연구에서는 그 동안 여러 연구자들이 행한 결과를 종합적으로 검토한 후 국내산 참깨를 이용하여 참기름의 제조공정에 일부 변경을 가하여 볶음, 착유, 정제 등 각각의 공정에서 B(a)P변화를 연구하였다.

## 2. 실험

### 2.1. 시료

본 실험에서 원료로 사용한 참깨는 충청북도 제천시지역에서 재배된 국내산 참깨를 농민으로부터 직접 구매하여 사용하였다. 분석에 사용한 시약은 전량 특급 HPLC용 이었으며, B(a)P 표준품은 benzo(a)pyrene standard(Wako Pure Chemical Ind.,Ltd.)를 구입하여 냉장보관 하며 사용하였다.

### 2.2. 참기름의 채유 및 정제

#### 2.2.1. 참깨의 전처리

원료참깨의 전처리는 대조군과 실험 군에 따라 차등화하여 처리하였다. 즉, 대조군으로 사용한 참기름의 제조는 Fig. 1에 나타난 바와 같이 그 동안 일반적으로 사용해 오던 전통적 방법에 의하여 원료참깨를 별도의 전처리 없이

그대로 소형볶음기(roaster, DK-380, Dongkwang Oil Press Co., Ltd.)에 주입하고 볶음온도 180, 220, 250℃ 및 볶음시간 15, 20, 25분의 조건으로 볶았다. 볶은참깨를 소형압착기(expeller, 2002M, Yongjin, Seoul)를 이용하여 기름을 채유하였다.

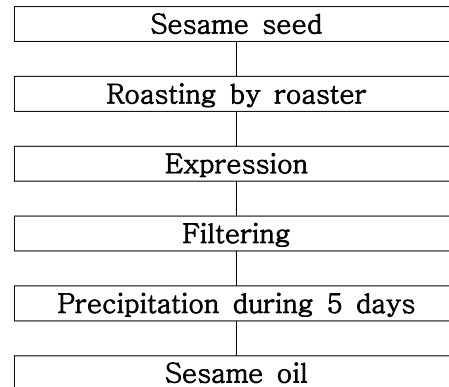


Fig. 1. Manufacturing process of sesame oil by traditional method.

#### 2.2.2. 참기름의 불용성 협잡물 제거 및 참기름의 수율 계산

찌꺼기성분을 그대로 함유하고 있는 참기름을 상온으로 식힌 다음 원심분리기 (Centrifuge, HanilSci. Ins., MF550)를 이용하여 2,000rpm에서 30분간원심분리 하여 불용성 협잡물을 제거한 맑고 투명한 참기름을 얻었다. 원심분리가 끝난 후 0.9L PET(polyester) 용기에 담아 뚜껑을 닫아 밀폐시킨 후 7일간 방치하여 하단에 가라앉은 침전물을 제거한 후 그 양을 정량하여 참깨 대비 참기름의 수율(%)을 산출하였다.

#### 2.2.3. 참깨로부터 B(a)P함량 측정용 시료의 조제

참깨에 함유되어 있는 B(a)P 함량측정을 위한 시료의 전 처리는 분쇄한 참깨 각50g에 ethylether500mL을 가하고 12시간 동안 일체의 열처리 없이 기름 성분을 추출하였다. Eethylether는 기름혼합물을 진공 감압 농축하여 얻어진 기름성분을 시료로 사용하였다.

### 2.3. 이화학적 특성의 분석

참깨의 수분함량은 AOAC[6] 14.004법, 기름

함량은 ethyl ether를 추출용매로 한 Soxhlet법 [7-9], 참기름의 산가는 AOCS[10] Cd 3a-63법에 의하여 측정하였으며, 색상은 Lovibond tintometer(Tintometer Co., Ltd., Type E, England)에서 1" cell을 이용하여 황색, 적색, 청색, 중성색의 조합색으로 측정하여 표시하였다.

#### 2.4. 분석시료의 추출

참기름 시료 10g을 정량하고 n-hexane 100mL에 녹여 분액깔때기(1)에 옮기고 N,N-dimethylformamide-water(9:1, v/v) 50mL을 넣어 심하게 흔들어 섞은 후 정치하여 N,N-dimethylformamide-water층을 다른 분액깔때기(2)에 옮겼다. n-Hexane층에 N,N-dimethylformamide-water 25mL씩을 넣고 위와 같이 2회 반복하여 N,N-dimethylformamide-water층을 위의 분액깔때기(2)에 합하였다.

이층을 1% sodiumsulfate용액 100mL로 희석한 후 n-Hexane 50mL을 넣고 심하게 흔들어 섞은 후 정치하여 n-hexane층을 분액깔때기(3)에 옮겼다. N,N-dimethylformamide-water층에 n-hexane 35mL씩을 넣고 위와 같이 2회 반복하여 n-hexane층을 위의 분액깔때기(3)에 합하였다. 여기에 물 40mL씩을 넣고 심하게 흔들어 섞은 후 정치하여 물층을 버리는 조작을 2회 반복하였다. n-Hexane층을 무수황산나트륨을 넣은 IPS여과지로 여과하였다. 다시 n-hexane 20mL로 분액깔때기(3)을 씻고 이액으로 여과지의 잔류물을 씻는 조작을 2회 반복하여 여과하였다. 여액을 합쳐 40°C 이하의 수욕 상에서 감압하여 약 2mL로 농축하였다.

#### 2.5. 분석 시료의 정제

활성화시킨 Sep-Pak Florisil cartridge에 시험용액을 1mL/min의 속도로 가하였다. 이어서 n-hexane 10mL과 n-hexane/dichloromethane (3:1, v/v) 8mL로 용출시켜 전량을 40°C 이하의 수욕 상에서 질소 가스 하에 거의 날려 보낸 후 잔사를 acetonitril에 녹여 전량을 10mL로 하여 이를 0.45µm의 membranefilter로 여과한 것을 시험용액으로 하였다.

#### 2.6. Benzo(a)pyrene 함량의 정량

시료용액 50µL를 형광검출기가 내장된 HPLC(Agilent Technologies, 1200 Series,

Germany)에 주입하고, acetonitril-water (80:20, w/w) 혼합용매를 이동상으로 하여 1.0mL/min의 속도로 검출기 파장 294nm, 형광 파장 404nm에서 분석하였다. 이 때, B(a)P의 양을 산출하기 위한 표준곡선은 Fig. 2에 나타난 바와 같이 작성하였으며, 계산은 아래의 식으로 하였다.

Benzo(a)pyrene(µg/kg)

$$= \text{표준 용액의 농도}(\text{ng/mL}) \times \text{PA/PS} \times 1/\text{S}$$

PS : 표준용액의봉우리면적

PA : 시험용액의봉우리면적

S : 시료채취량(g)

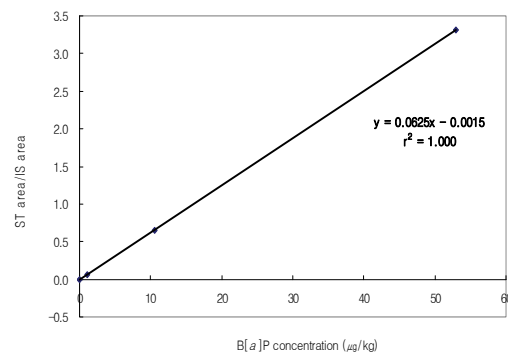


Fig. 2. Standard curve of benzo(a)pyrene by HPLC.

#### 2.7. 통계처리

본 연구에서 얻어진 데이터는 상호간에 일부의 편차가 발생하여 모두 3회 반복 실험을 행한 후 그 범위를 평균 표준편차로써 나타내었다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 원료 참깨의 일반특성

국내산인 원료 참깨에 함유되어 있는 수분, 조지방 및 B(a)P 함량의 측정결과는 Table 1에 나타난 바와 같다. 즉, 수분함량은 6.47%였으며, 조지방 함량은 48.36%로 일반적인 수입산 참깨의 조지방 함량에 비하여 낮은 수준이었다. 한편, B(a)P 함량은 0.19µg/kg로 평균적인 수준을 나타내었다.

Table 1. Physicochemical Characteristics of Sesame Seed

Moisture content (%)	Oil content (%)	Benzo(a)pyrene ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )
6.47 $\pm$ 0.34	48.36 $\pm$ 1.05	0.19 $\pm$ 0.02

Table 2. Moisture Content of Raw and Roasted Sesame Samples (%)

Roasting time (min)	Roasting temperature ( $^{\circ}\text{C}$ )		
	180	220	250
0	6.47 $\pm$ 0.34	6.47 $\pm$ 0.34	6.47 $\pm$ 0.34
15	2.58 $\pm$ 0.09	2.96 $\pm$ 0.05	1.63 $\pm$ 0.06
20	2.03 $\pm$ 0.14	1.53 $\pm$ 0.08	1.47 $\pm$ 0.04
25	1.92 $\pm$ 0.01	1.41 $\pm$ 0.06	1.38 $\pm$ 0.02

Table 3. Benzo(a)pyrene Content in Raw and Roasted Sesame Used for Roaster ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )

Roasting time (min)	Roasting temperature ( $^{\circ}\text{C}$ )		
	180	220	250
0	0.19 $\pm$ 0.02	0.19 $\pm$ 0.02	0.19 $\pm$ 0.02
15	0.49 $\pm$ 0.03	1.18 $\pm$ 0.04	1.24 $\pm$ 0.02
20	0.79 $\pm$ 0.02	1.27 $\pm$ 0.02	1.43 $\pm$ 0.01
25	1.02 $\pm$ 0.01	1.74 $\pm$ 0.04	2.09 $\pm$ 0.03

### 3.2. 볶음공정의 차이에 따른 참깨의 수분 및 B(a)P 함량 변화

참깨를 참기름 채유를 위한 전처리 단계로 볶음기를 이용하여 볶는 과정에서 볶음온도 및 볶음시간을 차등화 하여 각각 볶은 다음 함유되어 있는 수분 및 B(a)P 함량을 측정된 결과는 Table 2~3 및 Fig. 3에 나타낸 바와 같다. 볶음기를 이용하여 볶음온도 180, 220, 250 $^{\circ}\text{C}$  및 볶음시간을 각각 15, 20, 25분으로 차등화 하여 볶은 후 함유되어 있는 수분함량을 측정된 결과는 Table 2에 나타낸 바와 같다. 즉, 180 $^{\circ}\text{C}$ 에서 볶은 참깨는 볶기 이전 6.47%에서 15, 20, 25분 볶은 후 각각 2.58, 2.03, 1.92%였다. 상대적으로 이 보다 볶음온도가 높은 220 $^{\circ}\text{C}$ 에서 볶은 참깨는 15, 20, 25분 볶은 후 각각 2.96, 1.53, 1.41%였으며, 250 $^{\circ}\text{C}$ 에서 볶은 참깨는 15, 20, 25분 볶은 후 각각 1.63, 1.47, 1.38%로 나타났다. 기존의 연구결과에 의하면, 참기

름 착유에 가장 적합한 볶은 참깨의 수분함량은 1.5% 내외[11-12]로 이 때, 참기름의 이화학적 특성 및 참기름 수율이 가장 높은 것으로 밝혀진 바 있다. 이러한 결과는 expeller를 이용한 채유과정에서 거의 동일한 특성을 나타내어 김 등[13]이 옥수수배아를 이용한 착유과정에서도 거의 동일한 결과를 보고한 바 있다. 이러한 기준에 따라 판정할 때 가장 적합한 볶음조건은 220 $^{\circ}\text{C}$ 에서 20~25분 볶은 경우와 250 $^{\circ}\text{C}$ 에서 20~25분 볶는 것이 가장 적합한 것으로 밝혀졌다.

볶음조건에 따른 볶음참깨의 B(a)P 함량 변화는 Table 3 및 Fig. 3에 나타낸 바와 같다. 즉, 180 $^{\circ}\text{C}$ 에서 볶은 참깨는 볶기 이전 0.19 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 에서 15, 20, 25분 볶은 후 각각 0.49, 0.79, 1.02 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 으로 점진적인 뚜렷한 증가추세를 나타내었다. 상대적으로 이 보다 볶음온도가 높은 220 $^{\circ}\text{C}$ 에서 볶은 참깨는 15, 20, 25분 볶은 후 각각

1.18, 1.27, 1.74 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 이었으며, 250 $^{\circ}\text{C}$ 에서 볶은 참깨는 15, 20, 25분 볶은 후 각각 1.24, 1.43, 2.09 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 으로 나타났다. 이러한 결과는 식품공전 규격기준[14] 2.0 $\mu\text{g}/\text{kg}$  이하를 적용하여 후속 공정의 압착공정을 고려해 볼 때 대부분 규격 기준을 초과하지는 않았으나 일부 시료에서는 위험한 수준에 근접한 것으로 판단되었다.

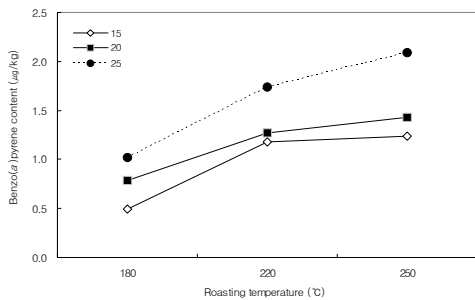


Fig. 3. Benzo(a)pyrene content in roasted sesame used for roaster( $\mu\text{g}/\text{g}$ )

**3.3. 볶음공정의 차이에 따른 참기름의 B(a)P 함량 변화**

볶음기를 이용하여 직화로 볶은 참깨로부터 착유기로 참기름을 채유한 후 찌꺼기 성분의 여과, 침전분리 등을 행하여 참기름을 얻어 이에 함유된 B(a)P 함량을 측정하였다.

볶음기-착유기를 이용하여 얻어진 참기름의 B(a)P 함량은 Table 4 및 Fig. 4에 나타낸 바와 같다. 즉, 180 $^{\circ}\text{C}$ 에서 볶은 참깨로부터 채유한 참기름은 15, 20, 25분 볶은 처리군 에서 각각 1.01, 1.46, 1.71 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 으로 점진적인 뚜렷한 증가추세를 나타내었다. 상대적으로 이 보다 볶음온도가 높은 220 $^{\circ}\text{C}$ 에서 볶은 참깨로부터 채

유한 참기름은 15, 20, 25분 볶은 처리군 에서 각각 1.35, 1.57, 2.08 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 이었으며, 250 $^{\circ}\text{C}$ 에서 볶은 참깨로부터 채유한 참기름은 15, 20, 25분 볶은 처리군 에서 각각 1.58, 1.74, 2.21 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 이었다. 따라서, 180, 220, 250 $^{\circ}\text{C}$  처리군 모두에서 볶음시간을 20분 이내로 할 경우 B(a)P 함량은 법적 규격범위 이내로 안정적임을 알 수 있었다. 결론적으로 20분 이상의 볶음을 행하는 과도한 열처리는 B(a)P 생성에 직접적인 영향을 미치는 인자로 이는 피하여야 함을 쉽게 알 수 있었다. 이러한 결과는 볶음공정에서 참깨에 잔류한 적정 수분함량을 고찰한 바 있는 Table 2에서의 결과와도 일치하는 결과를 보였다.

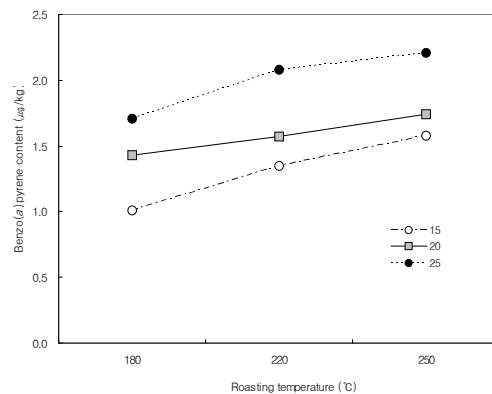


Fig. 4. Benzo(a)pyrene content in sesame oils obtained from roasted sesame used for roaster( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )

Benzopyrene은 그 구조에 따라 여러 종류로 분류할 수 있으나 이 중에서도 benzo(a)pyrene [B(a)P:3,4-benzopyrene;1,2-benzopyrene]은 특히 발암성이 강한 것으로 과거부터 밝혀져 있

Table 4. Benzo(a)pyrene Content in Sesame Oils Obtained from Roasted Sesame Used for Roaster ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )

Roasting time (min)	Roasting temperature (°C)		
	180	220	250
15	1.01±0.02	1.35±0.03	1.58±0.02
20	1.43±0.03	1.57±0.03	1.74±0.04
25	1.71±0.03	2.08±0.02	2.21±0.01

다[15]. 따라서, 참기름 뿐만이 아니라 모든 식품에서 이의 저감화를 위한 다각적인 노력이 절실히 요구되는 사항으로 식품의 제조·가공 공정에서 각별한 주의를 요하는 사항 중의 하나이다.

### 3.4. 참기름의 B(a)P 함량과 이화학적 특성간의 상관관계

위에서 살펴본 바와 같이 참기름의 제조공정에서 참깨의 볶음공정, 착유공정 중 B(a)P의 생성을 극소화 하기 위하여는 특히 볶음공정이 중요하였다. 우리나라에서 참기름은 일반 식용유와 달리 고유의 김복은 색상과 고소한 맛과 향을 중요시하는 조미료의 일환으로 인식되고 있기 때문에 이러한 이화학적 특성과의 상관관계를 살펴본 결과는 다음과 같다.

#### 3.4.1. 참기름의 제조공정 차이에 따른 산가의 변화

참깨의 볶음조건을 차등화하여 얻어진 참기름의 산가변화는 Table 5에 나타낸 바와 같다. 즉, 볶음기-착유기를 이용하여 얻어진 참기름의 산가는 참깨의 볶음온도, 볶음시간과 밀접한 상관관계를 나타내어 Table 5에 나타낸 바와 같이 볶음온도 180℃에서 볶은 참깨로부터 채유한 참기름은 15, 20, 25분 볶은 처리군에서 각각 1.172, 1.328, 1.642로 점진적인 뚜렷한 증가추세를 나타내었다. 상대적으로 이 보다 볶음온도가 높은 220℃에서 볶은 참깨로부터 얻어진 참기름은 15, 20, 25분 볶은 처리군에서는 각각 1.209, 1.575, 2.034였으며, 250℃에서 볶은 참깨로부터 얻어진 참기름은 15, 20, 25분 볶은 처리군에서는 각각 1.316, 1.918, 2.369였다.

이러한 결과들로 볼 때 현행 식품공전[14] 산가 규격기준 4.0 이하는 모두 만족하는 수준이

었다.

#### 3.4.2. 참기름의 제조공정 차이에 따른 Lovibond color의 변화

참깨의 볶음조건을 차등화하여 얻어진 참기름의 Lovibond color의 변화는 Table 6에 나타낸 바와 같다. 본 연구에서 Lovibond tintometer를 자동형이 아닌 4색의 조합색으로 측정하는 수동형을 사용한 것은 별도의 의도가 있었기 때문이다. 즉, 자동형의 경우 yellow/red color만을 측정할 수 있는 반면 수동형은 yellow/red/blue/neutral color 각각에 대한 수치 측정의 가능성이 높고, 특히 neutral color가 측정되는 경우는 대부분 시료에 일부의 혼탁현상이 있을 경우 측정되는 특성을 고려하였기 때문이다. 따라서, 이 neutral color가 측정되는 시료유는 뿌옇게 혼탁한 현상을 나타내어 참깨의 볶음공정에서 불충분한 건조 및 볶음이 이루어졌음을 의미하는 것으로 판정하였다.

볶음기-착유기를 이용하여 얻어진 참기름의 Lovibond color는 참깨의 볶음온도, 볶음시간과 밀접한 상관관계를 나타내어 Table 6에 나타낸 바와 같이 볶음온도 180℃에서 볶은 참깨로부터 채유한 참기름은 15, 20, 25분 볶은 처리군에서 각각 28.0/7.9/1.8/0.2, 29.0/9.2/1.5/0.1, 30.0/10.3/1.1/0으로 점진적인 색상의 증가추세를 나타내었다. 상대적으로 이 보다 볶음온도가 높은 220℃에서 볶은 참깨로부터 얻어진 참기름은 15, 20, 25분 볶은 처리군에서 각각 29.0/8.2/1.2/0, 30.0/10.7/ 1.3/0, 0.0/11.9/1.1/0이었으며, 250℃에서 볶은 참깨로부터 얻어진 참기름은 15, 20, 25분 볶은 처리군에서는 각각 30.0/8.7/1.0/0, 30.0/11.3/1.1/0, 32.0/12.2/ 0.8/0이었다.

이러한 결과를 놓고 볼 때, 참깨를 직화로

Table 5. Changes of Acid Value of Sesame Oil according to Roasting Condition Used for Roaster

Roasting time (min)	Roasting temperature (°C)		
	180	220	250
15	1.172±0.031	1.209±0.027	1.316±0.024
20	1.328±0.025	1.575±0.021	1.918±0.018
25	1.642±0.018	2.034±0.032	2.369±0.045

Table 6. Changes of Lovibond Color of Sesame Oil according to Roasting Condition  
Used for Roaster (1" cell, yellow/red/blue/neutral)

Roasting time (min)	Roasting temperature (°C)		
	180	220	250
15	28.0/7.9/1.8/0.2	29.0/8.2/1.2/0	30.0/8.7/1.0/0
20	29.0/9.2/1.5/0.1	30.0/10.7/1.3/0	30.0/11.3/1.1/0
25	30.0/10.3/1.1/0	30.0/11.9/1.1/0	32.0/12.2/0.8/0

Table 7. Yield of Sesame Oil from Sesame Seed according to Roasting Condition Used for Roaster (%)

Roasting time (min)	Roasting temperature (°C)		
	180	220	250
15	41.07±0.54	43.74±1.23	43.62±0.86
20	42.36±1.01	44.52±0.87	42.98±1.32
25	43.16±1.62	43.25±1.49	42.41±1.56

180°C에서 15, 20분간 볶은 처리군에서 neutral color가 측정되었다. 이는 참기름의 법적 규격 및 위생상의 문제점은 전혀 없으나 소비자가 식품의 선택기준으로 중요시 하는 항목 중의 하나인 외관상 문제점으로 지적될 수 있어 이 이상의 열처리가 필요할 것으로 판단된다.

#### 3.4.3. 참기름 수율과 볶음온도의 상관관계

지금까지 살펴 본 참기름의 B(a)P 함량, 각종 이화학적 특성과 함께 실제 생산공정에서 중요한 인자로 작용하는 참깨로부터 최종 참기름의 생산수율을 측정된 결과는 Table 7에 나타낸 바와 같다. 즉, 볶음온도 180°C에서 볶은 참깨로부터 채유한 참기름의 수율은 15, 20, 25분 볶은 처리군에서 각각 41.07, 42.36, 43.16%로 참깨의 볶음시간이 증가할수록 점진적인 수율의 증가추세를 나타내었다. 상대적으로 이 보다 볶음온도가 높은 220°C에서 볶은 참깨로부터 얻어진 참기름은 15, 20, 25분 볶은 처리군에서 각각 43.74, 44.52, 43.25%였으며, 250°C에서 볶은 참깨로부터 얻어진 참기름은 15, 20, 25분 볶은 처리군에서는 각각 43.62, 42.98, 42.41%다. 여기서 특이한 점은 220°C에서 25분간, 250°C에서 20, 25분간 볶은 참깨로부터 채유한 참기름의 수율은 상대적으로 동일 온도에서 짧은

열처리를 행한 시료군에 비하여 낮아진다는 점이다. 이는 과도한 열처리에 의하여 일부의 기름성분이 탄화되어 연기로 날아가는 등의 역효과에 의한 현상인 것으로 사료된다.

## 4. 결론

참기름은 다른 식용유지와 달리 화학적 정제 공정을 거치지 않는 압착식용유로 이의 제조공정 중 볶음-압착공정에서 발암물질인 benzo(a)pyrene[B(a)P]이 다량 생성되는 것으로 알려져 사회적인 문제를 야기 시키고 있는 실정이다. 이에 참기름의 제조공정에 일부 변경을 가하여 볶음, 착유, 정제 등 각각의 공정에서 강력한 B(a)P의 생성경로를 추적하고, 이의 생성을 최대한 억제할 수 있는 방안에 대하여 연구하였다.

볶음-착유-정제 후 얻어지는 참기름 제품의 산가, 색상, 수율 및 B(a)P 잔류량을 종합적으로 고려할 때, 볶음기름을 이용한 볶음조건은 220°C에서 15~20분 볶아 착유한 참기름에서의 B(a)P 함량이 1.35~1.57µg/kg으로 가장 효과적이었다. 볶음온도, 시간과 B(a)P 생성량은 거의 비례적인 상관관계가 있었으나 참기름 제품의

혼탁도, 수율 등을 동시에 고려할 때, 일정 수준 이상의 볶음과정은 반드시 필요하였다.

### 참고문헌

1. Tilgner DJ, Daun H. Polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked foods. *Residue Rew.* **27**, 41(1969).
2. Gunther FA, Buzzetti F. Occurrence, isolation and identification of polynuclear hydrocarbons as residues. *Residue Rew.* **23**, 90 (1965).
3. Phillips DH. Polycyclic aromatic hydrocarbons in the diet. *Mutat. Res.* **443**, 139 (1999).
4. I. W. Seo, H. J. Nam, H. S. Shin. Influence of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons Formation in Sesame Oils with Different Roasting Conditions, *Korean J. Food SCI. Tech.*, **41**. 355 (2009).
5. S. Y. Jung, Concentrations of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Vegetable Oils and Fats PAHs, vegetable oils and fats, benzo(a)pyrene, contaminants. *Korean J. Food SCI. Tech.*, **36**, 688 (2004).
6. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 3rd. ed. (1980).
7. K. B. Lee, J. B. Yang, M. S. Ko, Food Analysis, Yuhan Publishing Co., 160 (2006).
8. S. C. Oh, Food Analysis, Hyoil Publishing Co., 96 (1999).
9. K. S. Chae, Food Analysis, Jigu Publishing Co., 261 (1998).
10. American Oil Chemists' Society. Official Method and Recommended Practice of AOCS. 4th. ed. (1989).
11. Hu SJ, Oh NS, Kim SY, Lee HM. Determining of the polycyclic aromatic hydrocarbons in domestic vegetables and fruits. *Anal Sci Technol.* **19**, 415 (2006).
12. Moret S, Dudine A Conte LS, Processing effects on the polycyclic aromatic hydrocarbon content of grapeseed oil, *J. Am. Chem. Soc.*, **77**, 1289 (2000).
13. D. S. Kim, Relationship Tocopherol Contents Refining Process Vegetable Oils. *Journal of Seoil College*, **5**, 331 (1987).
14. Korea Food Research Institute, *Korea Food Standards Codex* (2009).
15. Shubik P, Hartwell J. L. Survey of compounds which have be entested for carcinogenicactivity. Publ. *US Public Health Service*. Washington,DC. **149** (1957).