J. Fd Hyg. Safety
Vol. 23, No. 3, pp. 212~217 (2008)

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

광주지역에서 유통되고 있는 참기름의 진위판별 및 안전성 조사

양용식 · 김종필 · 서계원 · 조배식 · 강경리 · 김은선* · 박종태
광주광역시 보건환경연구원

A Survey on Adulteration and Safety of Sesame oil Circulated in Gwangju

Yongshik Yang, Jongpil Kim, Kyewon Seo, Baesick Cho, Gyunglee Gang, Eunsun Kim*, and Jongtae Park
Gwangju Metropolitan Institute of Public Health and Environment Research
(Received August 11, 2008/Revised August 29, 2008/Accepted September 1, 2008)

ABSTRACT – This survey was conducted to monitor the adulteration of sesame oil circulated in Gwangju, 2007. A total of 60 samples was tested by analysis of fatty acid composition. Of these samples, 22 were from large-scale manufacturer, 25 were from small-scale manufacturer and 13 from Bangagan. First of all, in goods manufactured by large-scale company, there are no sesame oils where linolenic acid ($C_{18:3}$) exceed regulatory guidance (0.5%). 5 samples from small-scale manufacturer contained linolenic acid from 0.90% to 8.38%, which means that they have other cooking oil, such as corn oil, soybean oil and rape seed oil. Among Bangagan goods, only one sample have 1.20% of linolenic acid. On the other hand erucic acid ($C_{22:1}$) was not detected in 60 samples at all, which means that they were not adulterated with rape seed oil. And among 6 samples of exceeding 0.5% of linolenic acid and 12 samples from Bangagan, 13 of them had benzo(a)pyrene from 0.2 μg/kg to 0.7 μg/kg and the other 5 samples did not.

Key words: adulteration, sesame oil, fatty acid, linoleic acid, erucic acid, benzo(a)pyrene

서 론

참깨는 세계 각국에서 재배되고 있으며, 주로 인도, 중국 등 아시아와 아프리카 지역에서 많이 재배되고 있다[1]. 참깨는 고가의 농산물 중 하나로서 오래전부터 우리나라 사람들에게 애용되어온 식품으로 식품소재와 조미료적인 이용이 있다. 식품소재로서는 볶음참깨가 있고 조미료적인 이용으로서는 참기름이 있다[2]. 참기름이 고가임에도 불구하고 많이 이용되는 이유는 특유의 고소한 맛과 향을 가지고 있고 건강에 이로운 올레산, 리놀레산 등 불포화지방산이 많이 함유되어 있으며, sesamol, tocopherol 등 천연항산화 물질을 많이 함유하고 있어 산화안정성이 뛰어나 장기간 보관이 가능하기 때문이다[3]. 그런데 국내산 참깨의 가격이 너무 비싸기 때문에 중국산 참깨가 국내산으로 둔갑되어 판매되기도 하고 참기름에 대두유, 옥배유, 채종유 등 이종식용유를 혼입하여 소비자들의 눈을 속이는 사례가 빈번하게 일어나고 있다. 일반 소비자가 색깔, 맛, 향기 등 관능적인 방법으로 가짜참기름을 판별한다는 것은 거의 불가능하며, 그로 인해 가짜 참기름이 제조되어 판매될 가능성이 높다.

지금까지 발표된 참기름의 진위판별을 위한 시험방법으로는 sterol과 sesamin 함량을 측정하는 방법, 자외선 및 근적외선 등을 이용한 분광학적인 방법, 탄소동위원소를 분석하는 방법, 전자코를 이용한 방법, 지방산 조성을 분석하는 방법 등이 있다[4-9]. 이중 가장 일반적인 방법은 지방산 분석법으로 참기름에 소량으로 함유된 리놀렌산 함량을 GC를 이용하여 조사하는 방법이다.

참기름은 참깨에 함유된 기름을 압착법에 의해 추출한 것으로 다른 식용유와는 달리 종자를 볶는 과정에서 생성되는 aldehydes, ketones, pyrazines, furans, pyrroles에 의한 독특한 향기와 천연항산화제에 의하여 산화안전성을 갖는다[10]. 이러한 채유전 참깨를 볶는 과정에서 여러 가지 향기성분과 갈색색소가 형성되며, 참기름의 제조가공시 착유를 위한 가열공정에 의해서 PAHs가 생성될 수 있다[11]. Polycyclic aromatic hydrocarbon (PAHs)는 2개 이상의 벤젠고리구조를 가진 유사화학물질들의 화합물로써 체내에서 epoxide 형태로 대사되어 세포의 유전자 및 단백질과 반응하여 독성을 일으키는 것으로 알려졌으며, 역학조사를 통해 인체에서 폐암, 피부암, 백혈병 등의 발생과 상관성

*Correspondence to: Eunsun Kim, Public health and environment institute of Gwangju, 898, Hwajeong-dong, Seo-gu, Gwangju, Korea
Tel: 82-62-380-1830, Fax: 82-62-380-1836
E-mail: sw973209@hanmail.net

을 갖는 것으로 보고되었고, 동물실험을 통해서는 설치류에서 위 상부암 등을 일으키는 것으로 보고되고 있다12).

본 연구에서는 광주지역에서 유통 중인 참기름의 진위여부 판단을 위한 지방산 조성분석과 발암물질로 알려진 PAHs의 benzo(a)pyrene[13]을 조사하여 그 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

검사대상 시료

2007년 1월부터 12월까지 광주시내 대형 할인매점, 소규모 마트, 동네 방앗간 등에서 판매된 참기름 60건에 대해 지방산과 벤조피렌 분석을 통하여 진위판별과 안전성 검사를 실시하였다.

표준품, 시약 및 분석기기

지방산 실험에 사용된 시약은 모두 특급시약을 사용하였으며, isooctane, NaOH, MeOH는 Merck 제품을 사용하였고, 내부표준물질로 사용된 triundecanoin, 14% BF_3/MeOH은 Sigma 제품을 사용하였다. palmitic acid, stearic acid, arachidic acid는 Supelco (U.S.A.)제품을, oleic acid, linoleic acid, linolenic acid, erucic acid는 sigma 제품을 사용하였다. Gas Chromatograph로는 FID (Flame Ionization Detector)를 장착한 Agilent 6890N (USA)을 사용하였다.

벤조피렌 실험에서 사용된 N,N-dimethylformamide (N,N-DMF)과 n-Hexane는 Merck 제품을 사용하였고, 그 외 시약은 모두 특급시약을 사용하였으며, 표준물질인 Benzo (a)pyrene은 Chem Service Inc, 내부표준물질인 3-Methyl-cholanthrene은 Supelco Inc.제품을 사용하였다. 정제과정에서는 SPE-Florisil (8B-S013_HCH, Phenomenex, U.S.A.)를 사용하였고, HPLC chromatograph로는 Agilent 1100 series (USA)를 사용하였다.

지방산 분석

분석은 식품공전의 일반시험법 중 지방산 분석법 제 2법에 준하여 실시하였다[14]. 시료 약 25 mg을 유리튜브에 취하고 내부표준용액 (Triundecanoin, 1000 μg/mL) 1 mL를 첨가하고 0.5N NaOH/methanol 용액 1.5 mL를 가하여 질소를 불어 넣은 후 즉시 뚜껑을 닫고 vortex 혼합하였다. 다음 100°C water bath에서 5 min 동안 가온 후 30~40°C로 냉각하여 14% BF_3/methanol 용액 2 mL를 가하고 질소를 불어 넣은 후 즉시 뚜껑을 덮고 혼합하여 100°C에서 2 min 동안 가온하였다. 다시 30~40°C로 냉각하여 isooctane 1 mL

Table 1. GC analytical condition for fatty acid methyl ester

Column	HP - INOWAX (30 m × 0.32 mm × 0.25 μm)
Detector	FID
Carrier Gas(N_2)	1.0 mL/min
Inj. Temp.	250°C
Det. Temp.	260°C
Oven Temp.	100°C (1 min)-25°C/min-200°C (35 min)-25°C/min-230°C (10 min)
Split ratio	50 : 1
Inj. Vol.	1.0 μl

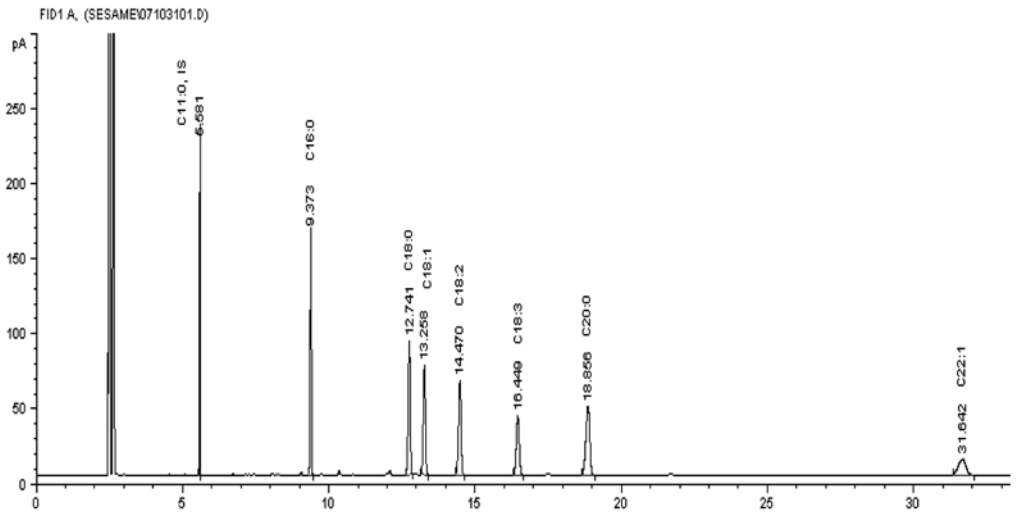

Fig. 1. GC chromatogram of fatty acid methylester in analysis of sesame oil I.S. ($C_{11:0}$), Palmitic ($C_{16:0}$), Stearic ($C_{18:0}$), Oleic ($C_{18:1}$), Linoleic ($C_{18:2}$), Linolenic ($C_{18:3}$), Arachidic ($C_{20:0}$), Erucic ($C_{22:1}$).

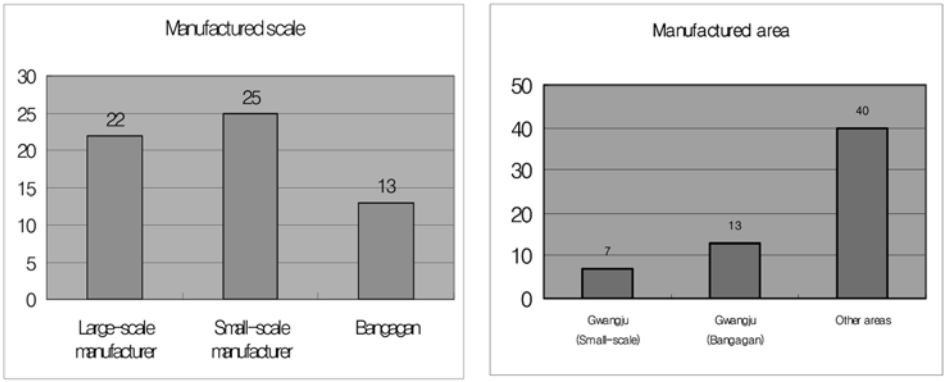

Fig. 2. Distribution of sesame oils by manufactured

Table 2. Analytical condition for benzo (a)pyrene by HPLC - FLD

Column	Synergi 4 μ Fusion - RP 80, C_{18} (250 × 4.60 mm, 4 μ)
Mobile Phase	Acetonitrile : D.W. = 8 : 2 (Isocratic)
Wavelength	Em 294 nm / Ex 404 nm
Flow Rate	1.0 mL/min
Inj. Vol.	1.0 μl

Table 3. The list of sesame oils which exceed regulatory guidance of linolenic acid

Sample No.	Manufactured area	Manufactured scale	Selling Unit (L)	Linolenic acid (%)	Erucic acid (%)
1	Chungnam	Small	1.8	8.38	N.D.
2	Jeonbuk	"	"	3.41	"
3	"	"	"	1.89	"
4	"	"	"	0.96	"
5	Gwangju	"	"	0.90	"
6	"	Bangagan	0.35	1.20	"

을 덮고 vortex 혼합하였다. 상층의 isooctane층을 취하여 무수황산나트륨으로 수분을 제거하여 분석시료로 사용하였다. GC 분석 조건은 Table 1과 같다. Fig. 1은 7가지 표준품에 대한 GC chromatogram을 나타낸 것이다.

벤조피렌 분석

분석은 식품의약품안전청 고시 제2007-26호의 벤조피렌 시험법에 준하여 실험을 하였으며 내부표준물질로 3-메틸콜란트렌을 사용하여 N,N-디메틸포름아마이드-물(9 : 1)과 헥산으로 추출한 후 Florisil SPE (Solid Phase Extraction) 카트리지로 정제하여 고속액체크로마토그래프/형광검출기(HPLC-FLD)로 분석하였다. HPLC 분석 조건은 Table 2와 같다.

결과 및 고찰

광주지역에서 수거한 유통 참기름의 분류

2007년 1월부터 12월까지 광주지역의 마트 등에서 47건, 동네 방앗간에서 제조된 13건 등 모두 60건을 수거하여 참기름의 진위 판별을 위한 지방산 분석을 실시하였다. 이 중에서 제조회사 규모별로 분류하면 대규모 제조업체 제품 22건(36.7%), 소규모 제조업체 제품 25건(41.7%) 그리고 동네 방앗간 제품 13건(21.7%)을 차지하였다. 제조 지역별로는 광주가 20건(33.3%), 타 지역이 40건(66.7%)을 차지하였다(Fig. 2). 판매되는 용기의 크기는 대규모 제조업체 제품은 320 mL, 160 mL, 110 mL, 55 mL 등으로 다양했고, 소규모 제조업체 제품은 주로 대용량으로 1.8 L로 판매되고 있었으며, 방앗간에서 제조한 제품은 소주병 크기의 350 mL 용량으로 판매되고 있었다.

광주지역 유통 참기름의 부적합 현황

이번 조사에서 검체 60건 중 6건이 리놀렌산 함량 기준 0.5%를 초과하여 부적합률 10%를 나타내었다. 대기업 제품 22건에서는 부적합은 없었고 대부분 소규모 제조업체의 제품에서 리놀렌산 기준을 초과하였다. 소규모 제조업체로 여겨지는 25개 업체 제품 중에서 5건(0.90~8.38%)이 기준을 초과하여 부적합률 20%를 나타내었다. 나머지 부적합 1건은 동네 방앗간에서 제조된 참기름으로 리놀렌산이

1.2%가 검출되었다. 이중 광주지역에서 제조된 제품의 부적합은 2건 이었다. 조사된 참기름 60건 모두에서 에루스산은 검출되지 않았다(Table 3).

참기름은 sesamol, tocopherol 등 다양한 산화방지제가 많이 들어 있기 때문에 변질될 우려가 타 식용유지에 비하여 훨씬 적다. 식품공전에서 정하고 있는 참기름의 규격기준은 산가, 요오드가, 리놀렌산, 에루스산 등 모두 4항목이다[15](Table 4). 산가항목은 식용유지의 산패 정도를 유추할 수 있고, 요오드가는 불포화지방산 함량의 정도를 나타내는 항목으로서 그 식용유지의 특성을 나타내지만 식용유지가 다양한 불포화지방산의 혼합물로 되어있기 때문에 그 범위가 넓고 다른 식용유지와 겹치는 부분이 많다. 그러므로 요오드가로 참기름의 진위 여부를 판단하기는 어렵다. 반면 리놀렌산과 에루스산은 이종 식용유지의 혼입 여부를 판단할 수 있는 항목이다.

가짜 참기름을 제조할 때 주로 많이 혼합하는 유지로는 대두유, 옥배유, 채종유 등이 있다. 대두유에는 리놀렌산 함량이 6.24~6.30%, 옥배유에는 1.01~1.03%, 채종유에는 6.64~6.92% 정도가 함유되어 있다. 참기름에는 0.4% 정도 함유되어 있다(Table 5)[17]. 리놀렌산의 함량을 검사하였을 때 0.5%이상인 경우에는 옥배유, 대두유, 채종유의 혼입을 추정할 수 있으며, 1.0%이상인 경우에는 대두유와 채종유의 혼입을 추정할 수 있고, 에루스산이 검출되었을 경우는 채종유의 혼입을 추정할 수 있다. 따라서 리놀렌산 함량이 높을수록 옥배유보다는 대두유나 채종유가 혼입될 가능성이 높은 것이다. 또한 채종유에는 다른 식용유지에는 없는 에루스산이 0.2%정도가 함유되어 있어 참기름에서 에루스산이 검출이 되면 채종유가 혼입되었다고 할 수 있다.

Table 4. Specification of sesame oil

Items	Specification
Acid value	Not more than 4.0
Iodine value	103~118
Linolenic acid (%)*	Not more than 0.5
Erucic acid (%)	Not detected

*Linolenic acid content (%) among Palmitic acid ($C_{16:0}$), Stearic acid ($C_{18:0}$), Oleic acid ($C_{18:1}$), Linoleic acid ($C_{18:2}$), Linolenic acid ($C_{18:3}$) and Arachidic acid ($C_{20:0}$)
※Benzo(a)pyrene 16)
Edible oil : Not more than 2.0 ß¹/kg

사실 옥배유에는 리놀렌산 함량이 1% 정도이므로 참기름에 옥배유가 소량 혼입되어도 리놀렌산 기준(0.5%)을 초과하지 않아 적합 제품으로 판정될 수 있다. 그러나 거꾸로 리놀렌산 기준을 초과한 부적합 제품은 반드시 이종 식용유가 혼입되어 있는 것이다.

이번 조사에서 부적합으로 판정된 제품 중에서 에루스산은 전혀 검출되지 않았으므로 채종유는 혼입이 되지 않은 것으로 추정된다. 리놀렌산이 0.90~3.41%로 검출된 5건의 제품에서는 옥배유와 대두유가 혼입된 것으로 추정되고 특히 리놀렌산이 3.41%가 검출된 제품에서는 대두유의 혼입비율이 훨씬 높을 것으로 생각된다. 그리고 순수한 옥배유나 대두유의 리놀렌산 함량을 벗어나는 8.38%가 검출된 제품에서는 들기름이 혼입된 것으로 추정된다. 왜냐하면 들기름에는 리놀렌산 함량이 59.7% 정도로 많이 함유되어 있기 때문이다[18].

제조규모 기준에서 대규모 제조업체(유명회사), 소규모 제조업체, 영세 제조업체(방앗간)로 부적합 제품을 분석해 보면 대규모 제조업체 제품 22건에서는 부적합은 없었고, 소규모 제조업체로 여겨지는 25개 업체 제품 중에서 무려 5건이 부적합이었다. 나머지 부적합 1건은 동네 방앗간에서 제조된 참기름이었다.

참기름에서 리놀렌산 검사항목은 이종의 식용유지와 섞이지만 않는다면 기준(0.5%)을 초과할 수 없다. 대규모 제조업체(유명회사)의 경우는 기업의 브랜드와 이미지 때문에 가짜 참기름의 제조는 물론 부적합 제품이 제조될 가능성은 거의 없다고 생각된다. 동네 방앗간 같은 영세 제조업체에서는 주문을 받아서 제조하는 경우도 있고, 주로 그 지역 주민들을 대상으로 판매하기 때문에 의도적으로 이종 식용유를 혼입할 가능성은 적어 보인다. 이번 조사 중 광주지역 동네 방앗간에서 판매된 참기름 13건 중 1건이 리놀렌산이 1.2%가 검출되어 부적합 판정되었는데, 확인 결과 의도적으로 타 식용유를 혼합한 것이 아니라 제조과정에서 참기름에 들기름이 혼입된 것으로 나타났다. 이들 영세 제조업체들은 한대의 착유기를 이용해서 참기름과 들기름을 제조하므로 참기름에 들기름이 혼입될 가능성이 높다. 들기름은 리놀렌산 함량(약 60%)이 참기름에 비하여 100배 이상 높기 때문에 조금만 섞여도 리놀렌산 함량이 0.5%를 초과하여 부적합 제품이 나올 수 있다. 따라서 참기름 제조시에 세척 등을 철저하게 해야 할 것으로 생각된다.

Table 5. Relative composition of fatty acid in sesame and other vegetable oils

Cooking Oils	Relative composition of fatty acid (%)						
	$C_{16:0}$	$C_{18:0}$	$C_{18:1}$	$C_{18:2}$	$C_{18:3}$	$C_{20:0}$	$C_{22:1}$
Sesame seed oil	10.29	5.39	39.16	44.19	0.38	0.58	-
Corn oil	13.69	2.24	30.82	51.74	1.02	0.48	-
Soybean oil	11.81	4.49	21.64	55.44	6.27	0.35	-
Rapeseed oil	5.33	2.33	62.80	21.85	6.78	0.69	0.21

또한 행정당국에서는 영세업체에 이러한 사실을 알려서 의도되지 않는 피해를 입지 않도록 해야 할 것이다. 그러나 동네 방앗간보다는 규모가 큰 소규모 제조업체의 제품들은 주로 1.8 L들이 대용량으로 제조하여 식자재 판매업소, 접객업소 등에 많이 판매가 되는 것으로 생각된다. 이 과정에서 저가의 제품을 선호하는 업소도 있을 것이고, 또한 중간 판매상들은 공공연하게 가짜 참기름을 제조하여 단가를 낮춰 공급하기를 요구한다고 한다. 그래서 그만큼 소규모 제조업체에서 저가의 가짜 참기름이 제조되어 유통될 가능성이 높다고 생각된다.

일반인들이 맛과 향만으로 가짜 참기름을 구분한다는 것은 거의 불가능하다. 예전에는 참기름의 규격기준에 진위판별을 위한 지방산 검사 항목이 없었다. 그래서 가짜 참기름의 유통이 그만큼 빈번했을 것으로 생각된다. 참기름의 진위 판별에 있어서 지방산의 조성을 비교하는 방법은 학술적으로는 오래전부터 꾸준히 진행되어 왔다. 식품의약청안전청에서 2006년 12월 고시를 통해 리놀렌산과 에루스산 항목을 포함시킴으로서 법적 기준이 마련됨에 따라 완벽하지는 않지만 어느 정도 가짜 참기름을 쉽게 판별할 수 있게 되었다. 현재는 저가의 가짜 참기름이 많이 유통되고 있지만 지속적으로 단속해 나간다면 점차적으로 줄어들 것으로 생각된다.

벤조피렌 검사

식품, 대기, 수질, 토양 등에서 검출되는 PAHs중 하나인 benzopyrene은 자동차 배출가스의 불안전 연소 및 담배 연소 등에 의해 발생될 뿐만 아니라, 식품의 조리과정에서 가열과정을 거치는 훈연제품, 숯불구이 육류, 유지류 등을 통하여 인체에 노출될 수 있다[19-20]. Benzopyrene은 국제암연구소(IARC)에서 발암물질로 분류하고 있으며 현재 미국과 일본은 관리기준이 없고 유럽연합은 2 μg/kg, 중국은 10 μg/kg 이하로 관리하고 있다[21]. 참기름은 제조과정의 특성상 압착하기 이전에 볶은 과정을 거치기 때문에 다른 식용유지에 비하여 benzopyrene이 생성될 가능성이 높다.

참기름을 얻기 위한 볶음참깨는 볶음 온도에 따라 수분, 지방, 단백질 등의 변화 등으로 착유수율이 달라지고 맛이 달라지기 때문에 참기름 제조공정에 있어서 중요한 과정이다. 수분함량은 미가열 참깨의 경우와 비교시 온도 상승에 따라 점차 감소하였으며, 지방 함량은 미가열 참깨는 온도상승에 따라 차이가 없었고, 단백질 함량은 미가열 참깨와 110~170°C로 볶았을 때와 비교해 보면 대략 일정하였으나, 190°C이상에서는 감소하기 시작하였음을 김 등은 보고하였다[10].

이번 조사에서 방앗간 등 영세업체는 제조과정에서 전문성이 떨어져 그만큼 benzopyrene에 노출될 가능성이 높을 것으로 생각되는 방앗간 제품 중 지방산 분석에서 적합으로 판정된 제품 12건과 리놀렌산 부적합 제품 6건 등 모두 18건에 대하여 benzo(a)pyrene 분석을 실시하였다. 18건 중 5건은 benzopyrene이 검출되지 않았고, 나머지 13건은 0.2 μg/kg~0.7 μg/kg으로 검출되었으며 규격기준 2 μg/kg을 초과한 제품은 없었다.

결 론

2007년 광주지역에서 유통된 참기름 60건을 수거하여 지방산 분석을 통한 참기름 진위 여부를 조사한 결과 소규모 제조업체 제품 5건과 동네방앗간 제품 1건이 리놀렌산 함량을 초과하여 가짜 참기름으로 판명되었다. 또한 지방산 부적합 제품 6건과 12건의 방앗간 제조 참기름에서 벤조피렌은 불검출과 규격기준 이하로 검출되어 벤조피렌 관점에서만 보면 안전한 것으로 조사되었다. 참기름에 있어서 지방산에 대한 검사항목은 식품의 안전성 때문에 검사를 하는 것은 아니다. 참기름의 진위 판별을 위한 검사항목이다. 참기름에 이종 식용유지가 혼입되었다고 하여 안전성이 크게 낮아진다고 보기는 어렵다. 가짜 참기름의 문제는 안전성보다는 경제적인 측면의 문제이다. 값싼 이종의 식용유지가 혼입된 참기름이 유통될 경우 소비자는 저질의 참기름을 비싸게 주고 사는 것이고 제조업체는 그만큼 부당한 이득을 취하게 되는 것이다. 이러한 유통질서를 파괴하는 가짜 참기름의 유통을 근절하기 위하여 행정당국의 지속적인 단속이 이루어져야 할 것으로 생각된다.

참고문헌

1. 최춘언. 참기름 및 들기름의 역사와 과학, (주)오뚜기, pp. 443-452
2. 한복진. 한국음식에서 참깨와 참기름의 전통적 이용. *J East Asian Soc Dietary Life*, **15**(2), 137~151 (2005).
3. Kikugawa, k., Arai, M. and Kurechi, T. Participation of sesamol in stability of sesame oil. *J. Am. Oil Chem. Soc*. **60**, 1528-1531 (1983).
4. Noh Ih, Lee MS. Studies on the contents of special components and estimation of purity in sesame oil (1)-Contents of sesamin and sterols. *Korean J. Nutr*. **16**, 107-114 (1983).
5. Lee YG. Determination of sesame oil adulterated with other vegetable oils by spectrophotometric method. *Korean J. Food Hyg*. **8**, 151-155 (1993)
6. 노미정, 정진일, 민승식, 박유신, 김수정 : 근적외선(NIR) 분광광도계에 의한 참기름의 진위판별에 관한 연구. *Korean J Food Sci. Technol*. **36**(4), 527-530 (2004)
7. Ha JH, Hawer WD, Hwang JB. Detection of the adulterated sesame oil by the analysis of fatty acid compositions and carbon isotope ratio. *Korean J Food Sci. Technol*. **25**, 345-350 (1993).
8. 신정아, 이기택: 전자코를 이용한 혼합 참기름의 판별 연구. *Korean J Food Sci. Technol*. **35**(4), 648-652 (2003).
9. Kang CH, Park JK, Park JU, Chun SS, Lee SC, Ha JU,

Hwang YI. Comparative studies of 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 (2002).
10. 김현위, 정소영, 우순자: 볶음과정에서 참깨의 물리화학적인 특성변화. *Korean J Food Sci. Technol*. **31**(5), 1137-1143 (1999).
11. 허수정, 우건조, 최동미: 올리브유 중 벤죠피렌 분석. *Analytical science & technology*. **20**(2). 170-175 (2007).
12. 이효민, 윤은경, 박경아, 김윤희, 정소영, 권기성, 김명철, 송인상, 이철호, 양지선, 양기화: *J. Fd Hyg. Safety*. **19**(1). 1-8 (2004).
13. European Commission, SCF/CS/CNTM/PAH/29 ADDI Final (2002) (http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/contaminants/pah_en.htm)
14. 식품의약품안전청: 식품공전(별책), 10-1-25~10-1-26 (2008).
15. 식품의약품안전청: 식품공전, 5-14-3 (2008).
16. 식품의약품안전청: 식품공전, 2-1-14 (2008).
17. 식품의약품안전청: 참기름의 진위판별법 및 유통구조개선에 관한 연구. 연구용역 결과보고서. 14-24 (2004).
18. National Rural Living Science Institute, R.D.A. Food composition table. Sixth revision. (2001).
19. Bartle, K.D. Creaser, C., Purchase R. (eds). Food contaminants, sources and surveillance, *The Royal Society of Chemistry, Cambridge*, 41 (1991).
20. Speer, K., Steege, E., Horstmann, P., Kuhn, T.H. and Montag, A.: Determination and distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons in native vegetable oils, smoked fish products, mussels and oysters, and bream from the river Elbe. *J. High Resolution Chromat*. **13**, 104-111 (1990).
21. 식품의약품안전청(http://www.kfda.go.kr/): 행정정보공개