

國內產地別 참기름의 HPLC에 의한 Sesamin, Sesamol의 함량과 Villavecchia-suarez 呈色反應

이철원 · 광인신

국립보건원 식품화학과

Sesamin and Sesamol Contents of Korean Sesame Oils Determined by HPLC Method and Villavecchia-suarez Color Reaction of the Oils

Chul-Won Lee · In-Shin Kawk

Division of Food Chemistry, National Institute of Health

Abstract

In the present study the sesamin and sesamol contents of the sesame extracts prepared from nine provinces in Korea were determined HPLC method. A comparative test was also carried out using the Villavecchia-suarez test, the red colored reaction for the sesamol and sesamol derivatives.

The contents of sesamin and sesamol of the sesame oils from each area by the HPLC method were 0.57~0.78% and 0.010~0.023%, respectively, and the paralled results were obtained by the Villavecchia-suarez test and the HPLC method. The average content of the sesamin was $0.68 \pm 0.074\%$ by the HPLC method and the average absorbance of the Villavecchia-suarez test was 0.56 ± 0.034 . The contents of sesamol from sesame oil by the HPLC method and the Villavecchia-suarez test were so low that it was not possible to correlate with the sesamin contents. The contents of sesamol from the sesame oil produced in Kyeong-gi and Jeon-nam provinces were $0.010 \pm 0.002\%$ and $0.023 \pm 0.004\%$, respectively.

I. 서 론

참깨(*Sesamum indicum* L.)¹⁾는 호마과(*Pedaliaceae*)에 속하는 1년생 초본으로서 북위 45° 지역 특

히, 아시아 지중해 연안지역 및 남아메리카 지역에서 주로 재배되고 있으며, 현재 야생종을 포함하여 약 37종이 발견되고 있다^{2,3)} 식품으로 서의 참깨의 역사는 고대 이집트나 고대 인도 문서중에서도 발견되며,

야자와 함께 인류의 가장 오래된 유지자원의 하나로 사용되어 왔으며,^{5,6)} 우리나라에서는 전통적으로 맛과 향이 독특하고 수득률이 높을 뿐만 아니라 불포화지방산의 함량이 많은 양질의 유지로 “Queen of the oil seed crops”로 불려져 왔다^{5,6)}.

참기름의 성분 및 함량에 대한 연구로는 황등^{7,8)}의 참기름중 각종 sterol 및 sesamin의 함량을 가스크로마토그램의 면적비로 구한 것들이 있으며, 한편 Lee⁹⁾는 자외선조사에 의한 형광스펙트럼으로 참기름의 순도를 구하였고,朴등¹⁰⁾은 참기름의 정색도와 물리화학적 특성치 사이의 관계로 Lobibond tintometer에서 얻은 참기름중의 정색도와 굴절률, 요오드가, 산가와의 상관성($r=0.82$)을 구하였다. Rao들¹¹⁾은 순수한 참기름을 다른 식용유와 혼합하였을 때 초음파의 투과속도에서 현저한 변화를 관찰하고, 초음파 속도 측정법이 참기름의 품질평가를 위해 가장 적합한 것 같다고 보고 하였으며, Chand등¹²⁾은 참기름의 품질평가를 위해 Villavecchia-fabris¹³⁾ 시험법을 적절히 변형시켜 異種油들과의 혼합시료에서 참기름만을 비색 정량하여 참기름의 순도를 측정하고 있다. 황등¹⁴⁾은 참깨의 지방산 조성비를 이용하여 참기름 품질평가 방법에 대해서 연구한 바 있다. 또한 황등¹⁵⁾은 HPLC를 이용하여 참깨의 특이성분인 sesamin, sesamol인 및 sesamol의 함량을 분석하였으며, sesamin의 함량은 anthrone을 내부표준 물질로 첨가하여 anthrone의 양에 대한 상대값으로 구하였으며, sesamol은 시판 표준품(Sigma Co., U.S.A.)을 사용하였다.

참기름의 감별 또는 순도를 알아내기 위한 정색반응¹⁶⁾에는 Villavecchia-suarez 법¹⁷⁾, Baudouin법¹⁷⁾, Soltsien법¹⁷⁾ 등이 있는데, 이러한 정색반응들은 참기름중의 sesamol을 산으로 가수분해하여 생성된 sesamol(5-hydroxy-1,3-benzodioxole)이 가지고 있는 phenolic hydroxyl기가 furfural과 정색 반응을 일으키는 사실에 근거를 두고 있다¹⁶⁾. 한편 참기름의 성분조성은 재배조건, 채취시기에 따라 약간 다를 수 있으며¹⁸⁾, 볶는 과정에서 성분의 안정성 문제, 추출 방법에 따른 이행정도, 참기름 저장상태에 따른 sesamin, sesamol의 양적변화¹⁵⁾에 대해서 연구된 바도 있다.

또한 참기름의 특이성분 중 sesamin의 함량은 0.4~1.1%, sesamol의 함량은 0.3~0.6%, sesamol의

함량은 traces로 보고되어 있다^{6,20,21)}. 황등²⁴⁾은 참깨를 직접 Soxhlet법으로 정유한 sesamin 함량은 0.3~0.5%로 보고하였다. 한편 국내산 참깨와 수입 참깨의 sesamin, sesamol 함량 연구는 황등¹⁵⁾에 의해 보고되었으나, 국내 전국산지별 참기름의 함량은 보고된 바가 거의 없다. 따라서 본 연구는 국내의 각 지방에서 생산된 참깨에서 추출한 참기름중의 sesamin($C_{20}H_{18}O_6$), sesamol($CH_2O_2C_6H_3OC_{13}H_{13}O_4$) 및 sesamol($CH_2O_2C_6H_3OH$)의 세가지 특이성분중의 sesamin과 sesamol을 HPLC를 이용하여 정량분석하였다.

본 실험에서는 국내 각 도에서 생산된 참깨에서 직접 짜낸 참기름의 정색반응 중 정색상태가 가장 좋은 Villavecchia-suarez법^{6,22,28)}을 이용하여 sesamol과 그 유도체들의 함량을 측정했으며, 또한 HPLC를 이용하여 별도로 sesamin과 sesamol의 함량을 측정하였으며 이들 각각의 함량과 합계량의 상관관계를 비교하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

Table 1과 같이 전국 9개 지역 산지에서 각각 3지역씩의 참깨를 직접 구입하였다. 이 참깨들을 선별하여 세척하고 자연 건조한 후 볶는 다음에 압착법에 의해 착유하여 얻은 기름을 시료로 하였다.

2. 실험방법

2.1 시약

Sesamin 정제물의 분리, 정제 및 순도시험과 Villavecchia-suarez test에 사용한 petroleumbenzene, KOH, diethyl ether, ethyl alcohol, Na_2SO_4 (무수), chloroform, iso-octane, H_2SO_4 , furfural, ethyl acetate, acetone은 특급시약을, 참기름중의 sesamin, sesamol 분석에 사용한 chloroform, iso-octane, n-hexane의 유기용매는 HPLC용(Wako Chemical Inc., Japan)을 사용하였다.

2.2 표준품

Sesamol은 Fluka사 제품을 사용하였으며, sesamin은 현재 시판되고 있지 않으므로 본 연구에서 참

기름을 분리정제한 후 응점측정, IR-spectrophotometry, GC-Mass, UV-spectrophotometry에 의해 확인, 그리고 정량하여 표준품으로 사용하였다.

Table 1. Produced areas of sesame from nine provinces in Korea

| | |
|---------------------|---|
| Kyeong-gi province | Yeuncheon cheongsan Anseong ijuk Pocheon sohuel |
| Choong-nam province | Seosan gonam Dangjin songsan Nonsan gwangseok |
| Choong-buk province | Geisan yunpung Jincheon jincheong Eumseong samseong |
| Gang-won province | Youngwol sangdong Myungju jumunjin Chunseong dong |
| Kyeong-nam province | Hadong guemnam Jinyang guemsan Eulju gangdong |
| Kyeong-buk province | Youngpung bongheun Dalseong heunpung Wolseong yangnam |
| Jeon-nam province | Naju guemgie Jangseong hwangyong Suncheon namnae |
| Jeon-buk province | Namwon jucheon Sunchang bokheung Jinan dongheang |
| Je-joo province | Namjeejoo sungsan Namjeejoo namwon Jejoo naedo |

2.3 장치 및 기기

- 2.3.1 High performance liquid chromatograph (HPLC, Model 224, Data Module, Model 730, Waters Co., U.S.A)
- 2.3.2 UV-VIS spectrophotometer (Model Vector VL 2, Hewlett Packard Co., U.S.A)
- 2.3.3 IR-spectrophotometer (Model IFS 48 Bruker Co., U.S.A)

2.3.4 Gas chromatograph/mass selective detector (GC/MSD, Model 5970A, Hewlett Packard Co., U.S.A)

2.3.5 Automatic melting and boiling point apparatus (Model FP 5 Mettler Co., U.S.A)

3. 표준품의 분리, 정제 및 순도시험

3.1 Sesamin 표준품의 분리, 정제 과정 및 순도시험

3.1.1 정제 과정

Sesamin의 표준품은 吉田등^{23, 24)}의 방법을 이용하여 참기름에서 sesamin을 분리 정제한 후 정제한 sesamin의 응점 측정, IR-spectrophotometry, UV-spectrophotometry, GC/MSD에 의한 특성확인 과정을 통하여 확인하고 그 순도를 정량하여 표준품으로 사용하였으며, 그 과정은 다음과 같다.

(1) Column chromatography에 의한 분리
참기름 100ml를 吉田등²³⁾의 column chromatography에 의한 방법 (Fig. 1)에 따라 분리하였다.

(2) Sesamin의 정제²³⁾

분리된 sesamin의 조결정을 ethyl acetate에 용해하여 형광제가 입혀진 Silica gel 60F-254 (Merck Co., Germany)에 선 spot하여 chloroform : diethyl ether (95 : 5)의 전개용매를 사용하여 전개시킨 후 TLC plate를 꺼내어 풍건하고 UV조사에서 암자색의 흡수반점이 나타나는 부분을 모아 column chromatograph (φ 1cm)를 사용하여 acetone으로 용출시킨다. rotary vacuum evaporator를 사용하여 fluropore membrane filter로 여과하여 건조시킨 후 sesamin 정제품으로 하였다.

3.1.2 Sesamin 정제품의 확인 및 순도시험

(1) IR-spectrophotometry

얻어진 결정의 IR-spectrum은 Fig. 2와 같았으며, 그 특성은 2,860cm⁻¹, 1,450cm⁻¹, 1,370cm⁻¹에서 강한 흡수를 나타내고 있다. 이것은 齋藤²⁴⁾과 Beroza, M²¹⁾ Yamakuzi²⁵⁾의 sesamin 표준 IR-spectrum과 일치하였다.

(2) Mass-spectrometry

얻어진 결정을 crosslinked methyl silicone gum으로 내부코팅된 분리관 (길이 50 m, 내경 0.2 mm, 두께 0.11um)을 사용하여 Table 2와 같은 조건으로

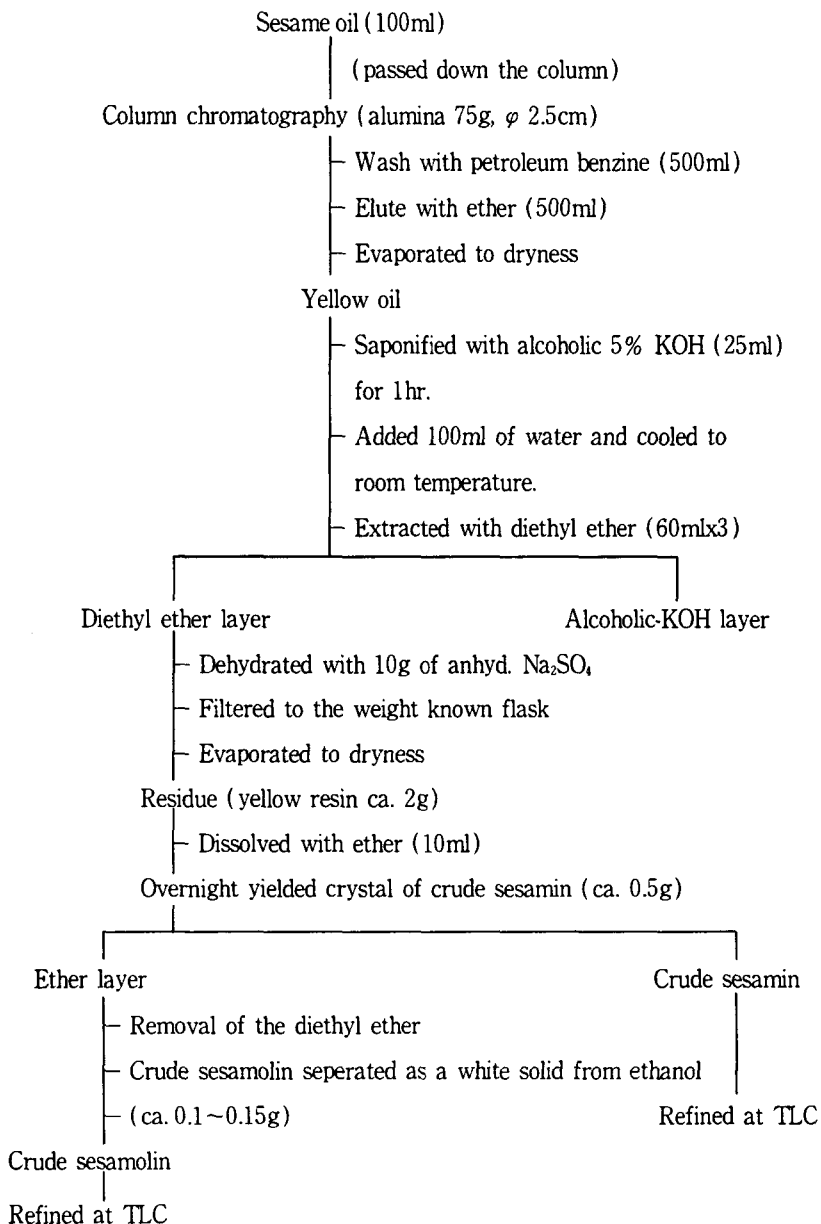


Fig. 1. Procedure for the isolation of sesamin and sesamol in sesame oil²³⁾

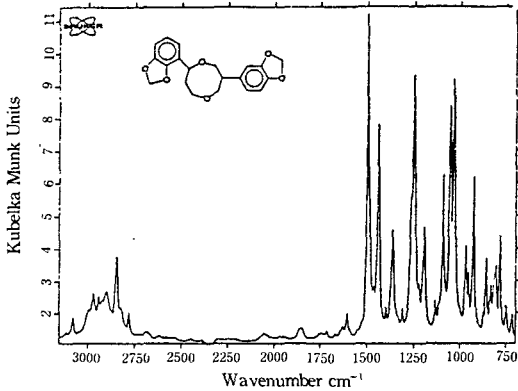


Fig. 2. IR-spectrogram of purified sesamin²⁰⁾

mass spectrum을 측정한 결과는 Fig. 3의 (a)와 같으며 이 mass spectrum에서 fragmentation은 m/e 354, 203, 149, 135에서 강한 intensity를 나타내었다. 이는 wiley library에 수록된 표준 sesamin의 Mass-spectrum(b)과 비교할 때 일치하였으며 이때 sesamin의 quality는 98%이었다.

(3) UV-Spectrophotometry

상기의 방법에 의해서 얻어진 sesamin의 결정 1 mg을 chloroform과 iso-octane의 혼합용액(1 : 4, v/v) 50ml에 용해시킨 후 220nm~340nm에서 흡광도를 scanning한 spectrogram은 Fig. 4와 같았다. 한편 이 spectrogram에서 287nm~288nm, 236nm^{24, 25)}에서 극대 흡수를 볼 수 있었다. 이것은 鶴登²⁴⁾, Moon 등³¹⁾ 및 Beroza, M²⁵⁾의 spectrogram과 일치하였다. 본 실험에서 정제한 sesamin 정제품의 288nm에서의 흡광도 (A)는 0.49989이고, 흡광계수²⁵⁾는 23.03이므로 다음식에 따라 sesamin의 함량을 구하였다^{24, 25)}.

$$\text{Sesamin mg} = A \times 50 \times 1 / 23.03$$

그 결과 본 실험에서 얻은 sesamin의 결정은 거의 100%에 가까운 정제품임을 알 수 있었다.

(4) 용점의 측정 : 본 실험에서 얻은 sesamin의 용점은 120.8°C로서 문헌^{23, 24, 28, 29)}에 발표된 용점들(129°C, 123°C, 122.5°C, 118°C)과 거의 일치하였다.

4. 시료 참기름의 분석

4.1 Sesamin의 함량 분석

각 시료 참기름 2.5g을 chloroform과 iso-octane의 혼합용액(1 : 4, v/v)에 용해하여 25ml로 한 다음 그 중 5ml를 취하여 chloroform과 iso-octane의 혼합용액(1 : 4, v/v)으로 50ml로 하여 floropore membrane filter로 여과한 후 Table 2와 같은 조건 하에서 HPLC 분석을 실시한 결과 sesamin 정제품과 참기름 시료의 retention time은 4.9분 이었다.

4.2 Sesamol의 함량 분석

Sesamol 표준품은 Fluka社 제품을 사용하였다. 실제분석은 참기름 2.5g을 chloroform과 iso-octane의 혼합용액(1 : 4, v/v)에 용해하여 25ml로 한 후 floropore membrane filter로 여과하여 Table 2의 조건 하에서 HPLC분석을 실시 하였을 때 얻어진 HPLC chromatogram의 sesamol 표준품과 참기름 시료의 retention time은 10.57분이었다.

4.3 Villavecchia-suarez test^{22, 23)}

본 실험에서 이용한 Villavecchia-suarez test는 다음과 같은 과정을 거쳐서 실시했다^{18, 24)}. 즉, 참기름 2.5g을 chloroform과 iso-octane의 혼합용액(1 : 4, v

Table 2. GC/MSD operating conditions

| Parameter | Condition |
|----------------------|-------------------|
| Injector temperature | 250 °C |
| Detector temperature | 270 °C |
| Column temperature | |
| Initial temperature | 150 °C |
| Ramp temperature | 5 °C/min |
| Final temperature | 230 °C for 10 min |
| Carrier gas(He) | 0.85ml/min |
| Run time | 36 min |

Table 3. Operating conditions of the HPLC apparatus used in the present study of sesamin and sesamol

| | |
|------------------|------------------------------------|
| Instrument | HPLC, Detector Model 486 |
| Column | μ-Porasil |
| Wavelength | 280nm |
| Mobile phase | n-Hexane : chloroform(60 : 40) |
| Flow rate | 1.3ml/min, 2.0ml/min ^{a)} |
| Sensitivity | 0.1 AUFS |
| Chart speed | 0.25cm/min |
| Injection volume | 10ul, 50ul ^{a)} |

^{a)}analysis conditions of sesamol

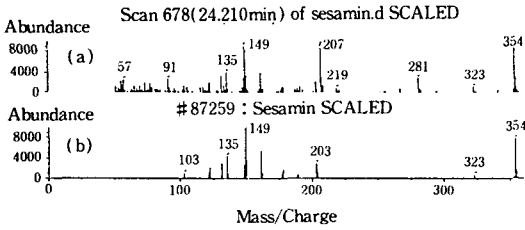


Fig. 3. Mass-spectrum of sesamin compared with sample and wiley library

/v)에 용해시켜 25ml로 하고 그 중 5ml를 취하여 다시 chloroform과 iso-octane의 혼합용액(1:4, v/v)으로 50ml로 한 후 60ml의 분액여두에 5ml를 취하여 H₂SO₄ 용액(specific gravity=1.37 at 15°C) 25ml를 정확히 가하였다. 그 다음 2% furfural의 ethanol용액 1ml를 가하여 30분 동안 진탕 혼합하여 20분 동안 정지한 후 H₂SO₄층을 spectrophotometer를 이용하여 518nm에서 그 흡광도를 측정하였다. 별도로 공시험을 실시하여 각 측정치에 대해서 보정을 하였다.

4.4 Villavecchia-suarez test에 의한 sesamol의 흡수 spectrum은 Fig. 5와 같으며 412nm와 518nm에서 최대흡수를 나타내고 이것은 Kang¹⁹⁾과 Suarez²²⁾의 흡수 spectrum과 일치하였다.

III. 실험결과 및 고찰

전국 산지별 참기름에 대해서 실시한 HPLC 분석의 결과 산지별 참기름의 sesamin과 sesamol의 각 지역 평균 함량은 Table 4와 같다.

Table 3에서와 같이 참기름의 sesamin 함량은 제주지역이 0.78±0.006%로 가장 높았으며, 충북지역이 0.57±0.006%로 가장 낮았다. 또한 전국 각 지역에서 생산한 참기름의 sesamin 함량은 0.57~0.78%

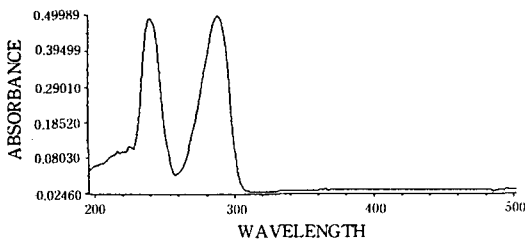


Fig. 4. UV-spectrogram of purified sesamin^{24, 25)}

이었고, 평균 sesamin 함량은 0.68±0.074%이었으며, sesamol 함량은 전남지역이 0.023±0.004%로 가장 높았으며, 경기지역이 0.010±0.002%로 가장 낮았고, 전국 각지역에서 생산한 참기름의 sesamol 함량은 0.010~0.023%이었고, 평균 sesamol 함량은 0.015±0.004%이었다. 또한 전국 산지별 참기름중의 HPLC 분석에 의한 sesamin과 sesamol의 합계 함량과 Villavecchia-suarez test에서의 흡광도 (absorbance)는 Table 5와 같다.

Table 4에서와 같이 산지별 각 참기름의 HPLC 분석에 의한 sesamin과 sesamol의 합계 함량은 제주 지역에서 생산된 참깨에서 추출한 기름이 0.79±0.010%로 가장 높았으며, 충북지역이 0.58±0.010%로 가장 낮았다. 한편 Villavecchia-suarez test에서의 흡광도(absorbance)는 경기 지역에서 생산된 참깨에서 추출한 기름이 0.61±0.023으로 가장 높았으며, 충북지역이 0.51±0.050으로 가장 낮았다.

또한 전국 참기름의 sesamin과 sesamol의 합계 함량은 0.58~0.79(%)이었고 평균 sesamin과 sesamol의 합계 함량은 0.70±0.075(%)이었다. 한편 Villavecchia-suarez test에서의 흡광도는 0.51±0.050~0.61±0.023이었고 평균 흡광도(absorbance)는 0.56±0.034이었다.

Table 4 및 Table 5에서와 같이 국내 각 지역의 sesamin의 함량과 Villavecchia-suarez test의 결과 흡광도(absorbance)는 경기지역이 0.69±0.056%, 0.61±0.023, 충남지역이 0.58±0.006%, 0.52±0.020, 충북지역이 0.57±0.006%, 0.51±0.050, 강원지역이 0.64±0.096%, 0.53±0.004, 경남지역이 0.73±0.032%, 0.59±0.020, 경북지역이 0.71±0.017%, 0.54

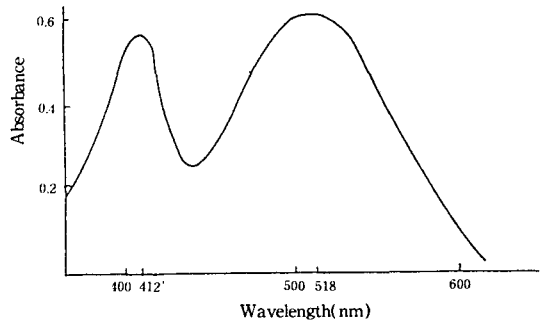


Fig. 5. The absorption spectrum of the red color produced by sesamol through Villavecchia-suarez test

±0.017, 전남지역이 0.76±0.006%, 0.56±0.044, 전북지역이 0.68±0.015%, 0.57±0.056, 제주지역이 0.78±0.006%, 0.58±0.037이었다.

이와 같은 결과는 sesamin 함량과 Villavecchia-suarez test에서 얻은 흡광도와와의 관계에서 참기름중의 sesamin 함량에 따라 Villavecchia-suarez test의 정색 반응도 비례하여 일어나는 것으로 나타났고 sesamol 함량과 Villavecchia-suarez test에서 얻은

흡광도(absorbance)와의 관계에서는 국내 각 지역의 sesamol 함량의 분포범위가 0.010±0.002%~0.023±0.004%로 sesamol 함량이 너무적어 Villavecchia-suarez test의 정색반응에 영향을 주지 못하는 것으로 나타났다.

또한 sesamin과 sesamol 합계 함량과 Villavecchia-suarez test와의 정색반응에서 얻은 흡광도(absorbance)와의 관계에서는 대체적으로 sesamin의 함량에 따라 Villavecchia-suarez test의 정색반응도 비례하여 일어나는 것으로 나타났다.

Table 4. The contents of sesamin and sesamol of sesame oil from each areas by HPLC method

| Province | Contents of sesamin (%) | Contents of sesamol (%) |
|------------|-------------------------|-------------------------|
| Kyeong-gi | 0.69±0.056 | 0.010±0.002 |
| Choong-nam | 0.58±0.006 | 0.014±0.005 |
| Choong-buk | 0.57±0.006 | 0.015±0.003 |
| Gang-won | 0.64±0.096 | 0.021±0.006 |
| Kyeong-nam | 0.73±0.032 | 0.014±0.002 |
| Kyeong-buk | 0.71±0.017 | 0.015±0.002 |
| Jeon-nam | 0.76±0.006 | 0.023±0.004 |
| Jeon-buk | 0.68±0.015 | 0.015±0.002 |
| Jee-joo | 0.78±0.006 | 0.012±0.003 |
| Average | 0.68±0.074 | 0.015±0.004 |

Table 5. The total contents of the sesamin and sesamol by the HPLC method and the Villavecchia-suarez test

| Province | Total contents of Sesamin and Sesamol (%) | Absorbance |
|------------|---|------------|
| Kyeong-gi | 0.70±0.056 | 0.61±0.023 |
| Choong-nam | 0.59±0.010 | 0.52±0.020 |
| Choong-buk | 0.58±0.010 | 0.51±0.050 |
| Gang-won | 0.67±0.097 | 0.53±0.040 |
| Kyeong-nam | 0.75±0.026 | 0.59±0.020 |
| Kyeong-buk | 0.72±0.015 | 0.54±0.017 |
| Jeon-nam | 0.78±0.010 | 0.56±0.044 |
| Jeon-buk | 0.69±0.021 | 0.57±0.056 |
| Jee-joo | 0.79±0.010 | 0.58±0.037 |
| Average | 0.70±0.075 | 0.56±0.034 |

IV. 요약

본 실험에서는 국내 각 지역에서 생산된 참깨에서 착유한 참기름을 HPLC를 이용하여 분석한 산지별 sesamin과 sesamol 함량의 분포는 각각 0.57~0.78%, 0.010~0.023%이었다. Villavecchia-suarez test에서 얻은 흡광도와 HPLC법에 의한 sesamin 함량과의 상관관계에서는 거의 비례관계가 성립하였으며, 산지별로는 제주지역에서 얻은 것이 sesamin 함량은 0.78±0.006%, Villavecchia-suarez test의 결과(absorbance)는 0.58±0.037로 가장 높은 수치를 나타내었고, 한편 충북지역에서 얻은 것은 sesamin 함량이 0.57±0.006%이고, Villavecchiasuarez test의 결과(absorbance)는 0.51±0.050으로 국내 지역 중에서 가장 낮은 수치를 나타내었다. Villavecchia-suarez test에서 얻은 흡광도와 HPLC 분석에 의한 sesamol 함량과의 상관관계에서는 HPLC 분석에 의해서는 참기름의 sesamol 함량이 너무 적어서 어떤 일정한 관계를 설정할 수 없었다. 한편 sesamol 함량은 경기지역이 0.010±0.002%로 가장 낮았고, 전남지역이 0.023±0.004%로 가장 높게 나타났다. Villavecchia-suarez test에서 얻은 흡광도와 HPLC 분석에서 얻은 sesamin과 sesamol 합계 함량의 상관관계에서는 전반적으로 sesamin의 함량에 따라 Villavecchia-suarez test의 흡광도에 비례하여 높아지는 것을 알 수 있었다.

참고 문헌

1. Ko, Y.S. : A study on the triglyceride composition of sesame oil by gas chromatography. Korean J. Food Sci. Technol., 14, 130, 1982.
2. Lee S.J. : Korean Folk Medicine-Monographs

- series No.3-publication center of Seoul National University, Seoul, Korea, 129-130, 1966.
3. Food and Agriculture Organization of the United Nations : FAO Rice Report, 23, 251, 1969.
 4. Tinay, A.H., Khattab, A.H. and Khidir, M. O. : Protein and oil compositions of sesame oil. J. Am. oil chem. Soc., 53, 648, 1976.
 5. Ko, Y.S. : A Study on the triglyceride composition of sesame oil by gas chromatography. Korean J. Food Sci. Technol., 14, 130, 1982.
 6. Lyon, C.K. : Sesame current knowledge of composition and use. J. Am. oil chem. Soc., 49, 4, 245, 1972.
 7. 魯一協, 鄭熙仙 : 시중 참기름의 sterol에 관한 연구, 한국영양학회지 13, 4, 159, 1980.
 8. 노일협, 임미애 : 참기름의 특이성분함량과 순도결정에 관한 연구, 약학회지, 27, 2, 169-176, 1983.
 9. 이미순 : 형광을 이용한 식품방부제의 검사, 한국식품과학회지, 11, 166, 1979.
 10. 박홍현 등 : 참깨유의 정색도와 물리·화학특성치와의 관계, 서울시보건환경연구원보, 16, 88, 1980.
 11. Rao, C.R. and Reddy, L.C.S. : Study of adulteration in oils and fats by ultrasonic method. current Sci., 49, 5, 185, 1980.
 12. Chand, S. and Srinivasulu, C. : Colorimetric estimation of sesame oil in adulterated sample. current Sci., 43, 24, 790, 1974.
 13. Woodman, A.G. : Food Analysis, 4th edition, Mcgraw-Hill Book Co., Inc., New York. p.210-211, 1941.
 14. 황경철 등 : 참기름의 진위 판별에 있어서 지방산 조성의 이용, 한국농화학회지, 26, 3, 157, 1983.
 15. 황경철, 허우덕, 남영중, 민병용 : 고속액체크로마토그래피를 이용한 참기름의 품질평가, 한국식품과학회지, 16, 3, 348, 1984.
 16. Kiyoji Suzuki et al : Color Reaction and Detection of Sesame oil, 유화학 33, 3, 166, 1984.
 17. 日本油化學協會編 : 基準油脂分析試驗法, 規定 3-2, 1984.
 18. Beroza, M. : Sesamin, Sesamolin and Sesamol Content of the oil of sesame seed as affected by strain, location grown, aging, and frost damage. J. Am. oil chem. Soc., 31, 348, 1955.
 19. Moon-Sun Kang : Quantitative Determination of Sesame oil in adulterated oils by the Villavecchia-Suarez test. Department of Food Technology Graduate School Korea University, 1984.
 20. Swern, D. : Bailey's Industrial oil and fat production, 4th ed., Vol. I. John Wiley and Sons, Inc., New York, 1979.
 21. Kikugawa, K., Arai, M. and Kurechi, T. Participation of sesamol in stability of sesame oil. J. Am. Oil Chem. Soc., 60(8), 1528(1983).
 22. Carlos, S.C., O'connor, R.T., Field, E.T. and Bichford, W. G. : Determination of sesamol, sesamolin, and sesamin in sesamin concentrates and oils, ? Anal. Chem., 24, 668(1952).
 23. Masaharu Y. and Takash K. : Determination of sesamolin, sesamin and sesamol in sesame oil by High Performance Liquid Chromatography. 食衛誌 23, 2, 142, 1981.
 24. 魯一協, 李文善 : 참기름의 특이성분함량과 순도 결정에 관한 연구, 한국영양학회지, 16, 2, 107, 1983.
 25. Yamakuzi : Spectrum data of natural products, 452, 1970.
 26. Beroza, M. : Pyrethrumsynergists in sesame oil, a potent synergist. J. Am. Oil Chem. Soc., 31, 302, 1954.
 27. 藤村敬, 外山修之 : 油化學, ? 7, 1, 1958.
 28. Beroza, M. : Determination of sesamin, sesamolin and sesamol. Anal. Chem., 26, 7, 1173, 1954.
 29. Mervat A. Soliman, Abd Alla A. EL-Sawy, Hoda M. Fadel, and F. Osman : Effect of anti-oxidants on the volatiles of roasted sesame seeds. J. Agric. Food Chem., 33, 523-528, 1985.
 30. Dong-Hoon Kim, Moon-Sung Kang : Quantitative Determination of the purity of sesame oils by villavecchia-suarez test. Res. Rpt. Col. Agr. & Forest Korea Univ., Seoul, 27, 105, 1987.
 31. J. J. Moon, et al. : Studies on the quality control of edible oil. Report of National Institute of Health Korea, 23, 611, 1986.