

## 근적외 분석법에 의한 참깨의 원산지 판별

권영길 · 조래광\*

경북대학교 농화학과

**초 록** : 근적외 분석법을 응용하여 참깨의 원산지 판별 가능성을 조사한 결과, 한국산, 중국산 및 일본산 참깨를 판별할 수 있었으며, 필터형 근적외 분석장치로도 연구용 장치와 비슷한 정확도로 참깨의 원산지를 판별할 수 있었다. 중국산 참깨가 혼합된 경우 혼입율은 10% 오차 범위에서 측정할 수 있었다. 근적외 분광분석법에 의해 참깨의 원산지가 판별되는 근거는 참깨의 기름성분 보다는 참깨박 성분에 그 요인이 있는 것으로 판단되었다.

### 서 론

농산물은 원산지에 따라 품질 차이가 있는 것으로 알려져 있어, 최근 유지,<sup>1,3)</sup> 벌꿀,<sup>4)</sup> 와인,<sup>5,7)</sup> 두류,<sup>8)</sup> 목재,<sup>9,10)</sup> 등 다양한 분야에서 원산지에 따른 품질의 차이를 연구하고 있다. 참깨(*Sesamum indicum* L.)에 있어서는 병해원인,<sup>11)</sup> 유지 향산화성,<sup>12)</sup> 구성 단백질,<sup>13-15)</sup> 가공처리에 따른 품질 변화 등에는 많은 보고<sup>16,20)</sup>가 있으나 참깨의 원산지를 판별한 연구는 거의 없으며, 다만 참깨의 원산지별 성분의 차이를 연구한 결과로서 착유율은 아프리카나 중앙 아세아 지방에서 재배되는 참깨에 비하여 일본, 중국 등 극동 지역에서 재배되는 품종에서 적다고 하였으며, 지방산의 조성에도 재래종이 외국의 품종 보다 올레인산과 리놀산 함량이 많다는 보고<sup>21)</sup>가 있다. 또한 기름 함량은 한국 육성종이 51.6%이고 한국 재래종이 51.2%이었으며, 일본종이 51.4%인 반면 미국, 이탈리아, 인도, 이집트 산은 각각 50.7%, 50.8%, 50.6%, 50.5%로 원산지별로 약간의 차이가 있다고 보고<sup>22)</sup>되어 있다. 원산지별 단백질 함량은 한국 재래종인 경우 평균  $25.77 \pm 1.45\%$ , 한국 육성종은  $24.34 \pm 0.99\%$ , 중국의 경우  $24.69 \pm 1.30\%$ , 일본의 경우  $24.08 \pm 1.77\%$ 라고 보고<sup>23)</sup>되었고, 유지 향산화 성분 차이에 관한 연구로서 Sesamin 함량은 한국육성종이 0.39%, 중국이 0.33%, 일본은 0.38%이었으며, Sesamol인 경우에는 한국육성종이 0.29%, 중국이 0.24%, 일본은 0.24%라는 보고<sup>25)</sup>가 있다. 최근에도 원산지별 참깨에 관한 유전적인 연구가 보고<sup>26)</sup>되고 있다.

국산 참깨 보다 외국산이 매우 싸기 때문에, 밀수입한 외국산 참깨가 불법으로 유통되는 경우가 빈번히 발생하고 있어, 검사기관이 신속하게 활용할 수 있는 참깨의 원산지 판별법을 본 연구에서 조사하였다.

### 재료 및 방법

#### 참깨 시료

국산 참깨는 전국 각 생산 농가로부터 72점을 수집하였

찾는말 : 참깨, 원산지 판별, 근적외 분석법, 판별 근거, 참기름, 참깨박  
\*연락처자

으며, 중국산 참깨는 수입 항구에서 35점을 수집하였고, 일본산 참깨는 일본의 각 지역 참깨시료를 일본농업연구센터로부터 28점을 분양 받아 실험에 사용하였다. 한국산 참깨의 품종은 안산개가 12점, 단백질개 8점이고, 풍년개가 3점, 진백개가 2점, 팔목개가 1점, 한섬개가 1점이었으며, 나머지 45점은 각 농가에서 직접 수집한 것이므로 재래종으로 알고 있을뿐 품종을 알지는 못했다.

참깨 시료의 일반성분으로서 지방의 함량은 55.8%이었으며, 단백질의 함량은 14.0%이었다. 수분 함량은 시료마다 조금씩 달랐으나 평균은 7.1%이었다.

#### 혼합 참깨 시료 조제

국산 참깨 72점과 중국 참깨 35점을 각각 10 cm<sup>3</sup>만큼씩 취하여 국산 참깨에 대한 중국 참깨의 혼입율이 5%에서 95%까지 2.5% 간격으로 37점의 혼합참깨 시료를 만들었으며, 한국산 및 중국산 100%인 시료를 포함하여 총 39점을 실험에 사용하였다.

#### 참기름 및 참깨박 조제

참깨를 물로 세척하고 풍건한 다음, 200°C에서 3분간 볶아서 그린홈 깨주부(Model MGOP-500, 마마전기, 한국)로 고온 하에서 압착하여 참기름 및 참깨박을 얻었다.

참깨 5 g을 분쇄(깨송이, Model SBD-1002, 한국)하여 에틸에테르로 40°C에서 6시간 환류 추출, 농축한 지질은 볶지 않은 참깨의 지질 시료로 사용하였으며, 탈지 참깨박은 20°C에서 건조한 후, 분쇄(coffee grinder, Model KSM 2, Mexico)하여 실험에 사용하였다.

#### 근적외 스펙트럼 측정

참깨 시료는 개량 컵에 약 6 cm<sup>3</sup> 정도를 달아서 밀폐형 시료컵(Closed cup)에 채운 후, Fig. 1과 같이 스케닝형 연구용 근적외 분석기(InfraAlyzer 500, BRAN+LUEBBE社, Germany)과 필터형 근적외 분석기(InfraAlyzer 400, BRAN+LUEBBE社, Germany)로서 각각 근적외 스펙트럼을 측정하였다. 특

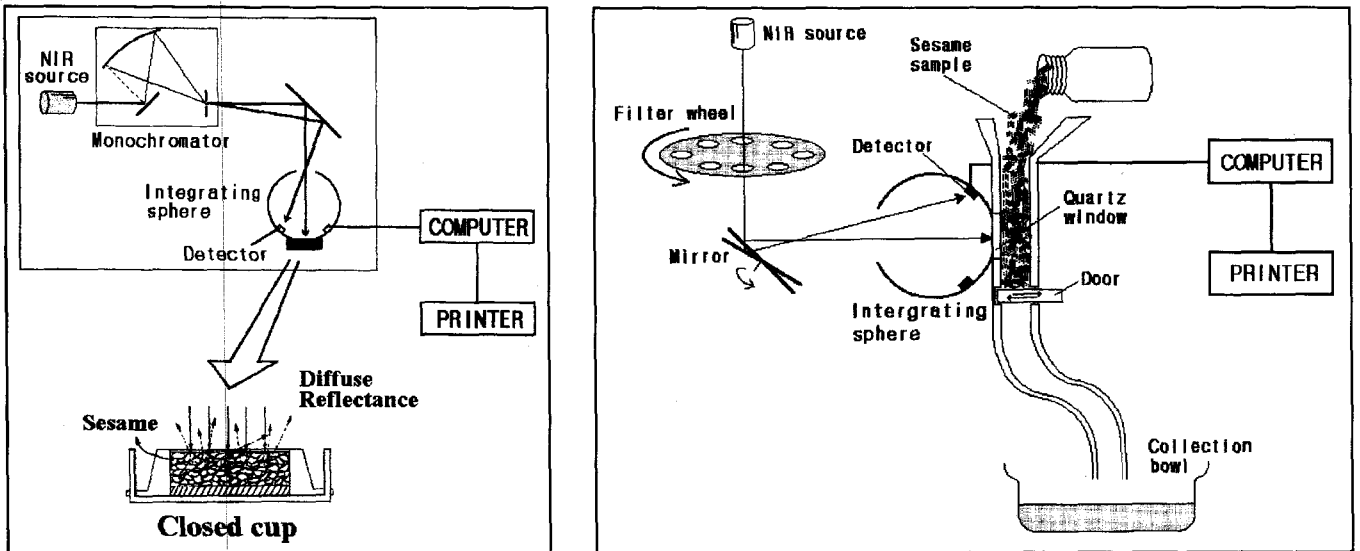


Fig. 1. Scheme of NIR spectrum measurement of sesame seed using scanning type (A) and filter type (B) NIR instrument.

히, 필터형 근적외 분석기는 일정량의 시료를 전용 시료 컵에 채우는 방식이 아닌, 유입, 측정, 배출이 연속되도록 시료 측정부를 개조하여서 근적외 스펙트럼을 측정하였다. 이때, 필요한 시료의 양은 약 30 cm<sup>3</sup>이었다.

**혼합 참깨 시료의 Simulation**

실제 혼합 참깨 시료를 조제하였지만, 동일 원산지 내의 지역별 및 함량별로 다양하게 혼합할 수 없어, 참깨 시료간에 혼합하는 것이 아니라 수학적 Simulation 수법으로 혼합 참깨의 스펙트럼을 만들어 그 판별 가능성을 검토하였다. 한국산 참깨와 중국산 참깨의 근적외 스펙트럼 데이터를 ASCII 변환후 C언어로 다음과 같은 식으로 프로그램 하여 혼합 참깨의 이론치를 작성하였다. 본 실험에서는 그 가능성만을 알아보기 위해 수행된 것이므로 혼합 참깨는 단지 50%인 경우만을 검토하였다.

$$Mix_i = \frac{K_i(100 - P) + C_i P}{100}$$

- i : Near infrared wavelengths (1100~2500 nm)
- Mix<sub>i</sub> : Simulation absorbance of mixing sesame in the inm
- K<sub>i</sub> : Absorbance of Korean sesame in the inm
- C<sub>i</sub> : Absorbance of Chinese sesame in the inm
- C<sub>i</sub> : Mixing ratio of Chinese sesame

**데이터 분석**

근적외 스펙트럼 데이터의 분석은 IDAS(InfraAlyzer Data Analysis Software) 프로그램으로 판별분석하였다. 판별식 작성은 변수를 증가시키면서 그룹간에 Mahalanobis 거리<sup>26)</sup>가 가장 큰 변수들로 이루어진 판별식을 선택하였다. 작성된 판별식의 정확도는 검량식 작성에 사용하지 않은 별도의 시료 그룹에 적용시켜 검정하였다. 계산에 사용한 Mahalanobis 거리의 산출식은 다음과 같다.

$$D^2 = (X - \bar{X}_i)' M (X - \bar{X}_i)$$

D : Mahalanobis distance

X : Multidimensional vector describing the location of point X

$\bar{X}_i$  : Multidimensional vector describing the location of the groupmean of the ith the group

M : Matrix determining the distance measures of the multidimensional space

(X -  $\bar{X}_i$ )' : transpose of the vector (X -  $\bar{X}_i$ )

**결 과**

**한국산과 중국산 참깨에 대한 원산지 판별 가능성**

한국산 참깨와 중국산 참깨에 대해 측정된 근적외 스펙트럼 데이터를 판별분석한 결과, Table 1에서와 같이 연구용 근적외 분석장치에 의한 참깨 원산지 판별은 2파장으로 구성된 검량식에 의해 한국산 참깨와 중국산 참깨는 각각 95% 및 80%로 각각 판별되었으나, 1716, 1730 및 2206 nm로 구성된 검량식에서는 100% 판별이 가능하였다. 보정 파장으로 생각되는 2430 nm가 추가되어 4파장으로 구성된 검량식으로도 100% 판별 가능하였다.

Table 1. Result of discriminant analysis for geographical origin using raw spectra data of Korean and Chinese sesame seeds by scanning type NIR instrument

Used wavelengths (nm)	To		Korean	Chinese	Total*	Accuracy (%)
	From					
2010, 2024	Korean	18	1	19	95	
	Chinese	2	8	10	80	
1716, 1730, 2206	Korean	19	0	19	100	
	Chinese	0	10	10	100	
1716, 1730, 2206, 2430	Korean	19	0	19	100	
	Chinese	0	10	10	100	

\*: Total sample number

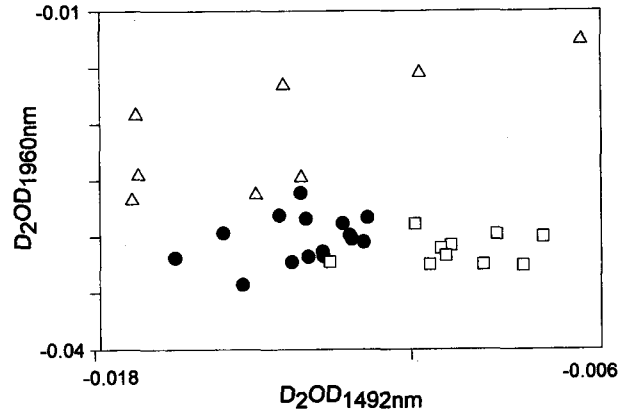
**한국산, 중국산 및 일본산 참깨의 원산지 판별 가능성**

참깨 원산지가 한국, 중국, 일본으로 3개국인 경우 이들 상호 간에 판별 가능한지를 조사한 결과, Table 2과 같이 앞에서의 한국산과 중국산 양자 간의 원산지 판별 때 보다는 정확도가 낮았지만 3파장으로 구성된 검량식에서 총 40점의 시료중 39점을 판별할 수 있는 높은 판별 정확도를 나타내었다. 그리고 일본산의 경우는 3파장 및 4파장으로 구성된 검량식에 의해 한국산, 중국산과 100% 판별 가능하였다. 따라서 3개국 간의 원산지 판별에는 먼저 일본산 참깨 판별을 수행한 뒤, 앞서 언급한 한국산 참깨와 중국산 참깨의 판별식을 이용하므로 3개국간 원산지가 100% 판별 가능함을 알 수 있었다.

이상의 결과 중 2파장으로 구성된 판별식에 의해 참깨 원산지가 판별되는 상태를 가시적으로 나타내기 위해 근적외 스펙트럼을 2차 미분하여 1492 nm에서의 흡광도치를 X축에 1960 nm에서의 흡광도치를 Y축으로 하여 2차원 평면에 나타내었는데, 일본산과 한국산은 거의 겹쳐지지 않았으나 한국산과 중국산에 있어 다소 중첩되는 것을 볼 수 있다.

**필터형 근적외 분석장치에 의한 참깨의 원산지 판별결과**

한국산과 중국산 참깨의 원산지를 고정필터를 장착한 근적외 분석장치로 측정된 광학 데이터로서 판별을 시도한 결과, Table 3에서 보는 바와 같이 2개에서 4개 파장으로 구성된 판별식으로는 100% 판별하지 못했지만 1680, 1722, 1734, 2230 및 2270 nm로 구성된 판별식은 100% 판별 가능함을 나타내어 가격이 저렴하여 검사 현장에 보급하기 쉬운 필터형 근적외 분석장치로도 연구용 장치와 유사한



**Fig. 2. Result of discriminant analysis for geographical origin using second derivative NIR spectra data of the Korean (●), Chinese (□) and Japanese (△) sesame seeds.**

정확도로 참깨의 원산지 판별이 가능함을 알 수 있었다.

한국산, 중국산 및 일본산 3개국 참깨 간의 원산지를 필터형 근적외 분석장치를 사용하여 판별 가능성을 조사한 결과에도 1680, 1722, 1760 및 1778 nm로 구성된 판별식은 미지시료 40점에 대해 39점을 판별할 수 있어 정확도면에서 연구용 장치에 유사함을 확인할 수 있었다.

**한국산과 중국산이 혼합된 참깨의 원산지 판별 가능성**

한국산 및 중국산 참깨를 Simulation처리로 50% 혼합한 참깨 시료에 대한 원산지 판별 가능성을 조사하여 Table 4에 나타내었다. 판별율은 판별식에 관여하는 파장수가 증가하면서 다소 향상되지만 전반적인 판별 정확도는 낮은 것으로 판단되는데, 이 결과로부터 원산지가 다른 참깨가

**Table 2. Result of discriminant analysis for geographical origin using raw spectra data of Korean, Chinese and Japanese sesame seeds by scanning type NIR instrument**

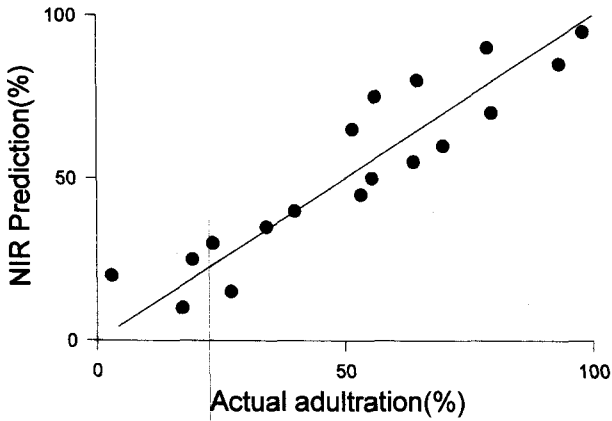
Used wavelengths (nm)	To		Korean	Chinese	Japanese	Total	Accuracy (%)
	From						
2010, 2024	Korean		17	0	2	19	89
	Chinese		3	7	0	10	70
	Japanese		2	0	9	11	82
1548, 1702, 1786	Korean		19	0	0	19	100
	Chinese		1	9	0	10	90
	Japanese		0	0	11	11	100
1702, 1758, 2010, 2024	Korean		19	0	0	19	100
	Chinese		2	8	0	10	80
	Japanese		0	0	11	11	100

**Table 3. Result of discriminant analysis for geographical origin using raw spectra data of Korean, Chinese and Japanese sesame seeds by filter type NIR instrument**

Used wavelengths (nm)	To		Korean	Chinese	Japanese	Total	Accuracy (%)
	From						
1680, 1722, 1734, 2230, 2270	Korean		19	0		19	100
	Chinese		0	10		10	100
1680, 1722, 1760, 1778	Korean		19	0	0	19	100
	Chinese		1	9	0	10	90
	Japanese		0	0	11	11	100

**Table 4. Result of discriminant analysis for geographical origin using raw spectra data of Korean, Chinese and adulterated sample of those sesame seeds by scanning type NIR instrument**

Used Wavelengths (nm)	To		Korean	Mixture	Chinese	Total	Accuracy (%)
	From						
2010, 2024	Korean		16	3	0	19	84
	Mixture		23	61	16	100	61
	Chinese		2	2	6	10	60
2010, 2024, 2122	Korean		12	7	0	19	63
	Mixture		8	84	8	100	84
	Chinese		1	2	7	10	70
2010, 2024, 2066, 2122	Korean		12	7	0	19	63
	Mixture		8	83	9	100	83
	Chinese		0	3	7	10	70
2010, 2024, 2094, 2360, 2388	Korean		12	7	0	19	63
	Mixture		7	85	8	100	85
	Chinese		0	4	6	10	60
2010, 2024, 2164, 2178, 2220, 2262	Korean		13	6	0	19	68
	Mixture		8	88	4	100	88
	Chinese		1	2	7	10	70



**Fig. 3. Relationship between NIR prediction and actual adulteration of the Chinese sesame in the Korean sesame seeds.**

서로 혼합된 경우, 원산지를 어느 쪽이라고 판별해야 하므로 당연히 정확도는 낮아질 수 있다. 반면, 판별율 100%인 검량식으로 원산지를 감정하여 판별율이 낮게 나오면 일단 혼합된 것으로 의심해 볼 수 있다.

이것을 확인할 목적으로 혼입율이 다르게 인위적으로 혼합한 참깨 시료 그룹을 만들어 스펙트럼 데이터를 측정하여 중회귀분석한 결과, 혼입율 0~100%까지의 범위에서 1980, 2004, 1952 및 1740 nm의 4파장으로 구성된 검량식은 중상관계수(Multiple Correlation Coefficient, R)가 0.988, SEE (Standard error of estimate)는 0.284%, SEP(Standard error of prediction)는 10.052%이고, 검량식에 대한 분산분석의 F-value는 149.451로서 매우 신뢰도가 높았다. Fig. 3의 X축에 실제 혼입한 중국참깨의 혼입율을 나타내고, Y축에 근적외 분석법으로 예측한 값을 나타내었다.

이 결과로서는 혼합 참깨를 예측하는 데는 10%의 측정오차가 있지만, 그 경향성은 충분히 알 수 있기 때문에 혼합 참깨로 의심되는 경우, 먼저 이 검량식으로 혼입 정도를 추정해 봄이 좋을 것으로 판단된다.

**근적외 분석법에 의한 참깨의 판별 근거 조사**

참깨 중의 기름 성분이나 단백질 성분에 원산지 판별 근거가 있는지를 조사하기 위해, 한국산 참깨와 중국산 참깨에 대해 200°C에서 3분간 볶은 참깨를 압착하여 참기름과 참깨박을 각각 얻은 뒤 연구용 근적외 스펙트럼을 측정하였다. 측정된 스펙트럼은 아래의 조건으로 2차 미분을 수행하였다.

- wavelength between output points: 4 nm
- wavelength in moving average: 10 nm
- wavelength per derivative segment: 10 nm
- wavelength between derivative segment: 4 nm

이들 스펙트럼 자료를 활용하여 판별 분석을 시도한 결과, Table 5과 같이, 볶은 참기름의 raw 스펙트럼은 3파장으로 구성된 판별식에서 62.9%의 판별을 보였으며, 이를 2차 미분한 스펙트럼을 이용하여 판별을 한 경우에는 68.6%로 유사한 결과를 나타내었다. 참깨박의 경우에는 raw 스펙트럼에서는 5파장으로 구성된 판별식에서 75.7%의 판별 정확도를 나타낸 반면, 2차 미분한 스펙트럼에서는 67.6%로 2차 미분한 판별식에서 정확도가 낮게 판별되었다.

본 결과는 종실 상태인 참깨의 판별율에 비해 매우 정확도가 낮는데, 그 이유는 열변성 정도의 차이에 기인되는 것으로 추정된다. 따라서 다음 실험으로서 참깨를 볶지 않고, 에틸에테르로 추출한 참깨 지질과 용매추출 참깨박의 근적외 스펙트럼으로 원산지를 판별한 결과는 Table 6과 같다.

용매로 추출한 참깨 지질은 raw 스펙트럼의 경우, 검정용 시료 40점 중 30점이 판별되어 75.0%의 판별율을 나타내었고, 2차 미분한 스펙트럼에서는 판별율이 52.5%로 매우 낮아졌다. 용매 추출 참깨박은 raw 스펙트럼의 경우, 검정용 시료 40점 중 5점만이 오판되어 87.5%를 판별하였고, 2차 미분한 스펙트럼에서도 3점만이 오판하여 92.5%의 높은 판별율을 나타내었다.

**Table 5. Result of discriminant analysis for geographical origin using raw spectra data of oil substances from roasted Korean and Chinese sesame seeds and those oil cakes by scanning type NIR instrument**

	Pretreatment	Used Wavelengths (nm)	To/From		Korean	Chinese	Total	Accuracy (%)
			To	From				
Roasting sesame oils	Raw*	1660, 1758, 1772	Korean		14	9	23	62.9
			Chinese		4	8	12	
	D2**	2290, 2360	Korean		14	9	23	68.6
			Chinese		2	10	12	
Roasting sesame oil cakes	Raw	1492, 1814, 1842, 2276, 2304	Korean		15	9	24	75.7
			Chinese		0	13	13	
	D2	1520, 1716, 1828, 2304	Korean		14	10	24	67.6
			Chinese		2	11	13	

\*: Raw Spectrum

\*\*: Second Derivative Spectrum

**Table 6. Result of discriminant analysis for geographical origin using raw spectra data of oil substances from Korean and Chinese sesame extracted with ethyl ether and those oil cakes by scanning type NIR instrument**

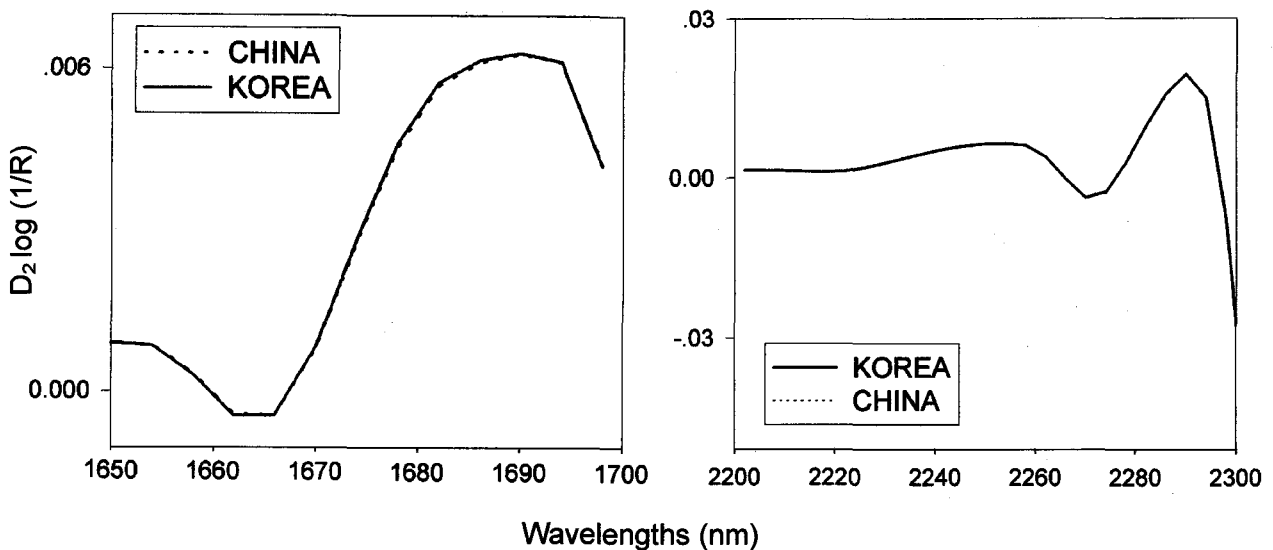
	Pretreatment	Used Wavelengths (nm)	To/From		Korean	Chinese	Total	Accuracy (%)
			To	From				
Ether-extracting sesame oils	Raw	1688, 1702, 2262, 2276, 2458	Korean		21	7	28	75.0
			Chinese		3	9	12	
	D2	1170, 1660, 1688, 2248	Korean		12	16	28	52.5
			Chinese		3	9	12	
Ether-extracting sesame oil cakes	Raw	1478, 1506, 1520, 1632	Korean		23	5	28	87.5
			Chinese		0	12	12	
	D2	1492, 1898, 2038, 2136	Korean		25	3	28	92.5
			Chinese		0	12	12	

김<sup>27)</sup>의 연구 결과에서는 국산 참기름과 외국산 참기름이 근적외 분광법으로 판별 가능할 것으로 추정하였으나 검량식을 작성한 뒤, 미지시료를 사용한 검정처리가 따르지 않았기 때문에 참기름의 원산지 판별 실용성이 불확실한 상태로 남아있었다. 그러나 본 연구 결과에 의하면, 참깨의 유지 성분 보다는 오히려 열처리 받지 않은 참깨박 성분에 보다 많은 판별 근거가 있다는 것을 보여주고 있다.

실제로 이러한 경향이 근적외 스펙트럼에서도 관찰되는지 확인하기 위해 용매 추출 참기름 및 참깨박에 대해 근적

외 스펙트럼을 관찰하였다. Fig. 4는 용매 추출 참기름의 근적외 스펙트럼을 나타내는 것으로 한국산 참기름과 중국산 참기름의 평균 스펙트럼 간에는 판별식 작성에 선택된 파장영역에서 큰 변화를 관찰하기 어려웠다.

반면, Fig. 5의 한국산 및 중국산 참깨박의 2차 미분 스펙트럼은 1920~1930 nm 영역과 1950~2010 nm 영역에서 많은 차이를 보이고 있다. 이 영역은 C=O, RNH<sub>2</sub>, RNHR, RCONHR의 흡수가 주로 있는 파장 영역대로서 1920 nm는 C=O Stretching 2차 배음에 관련된 CONH의 흡수 파장



**Fig. 4. Differences between the average second derivative spectra of the Korea and China sesame oil extracted by ethyl ether.**

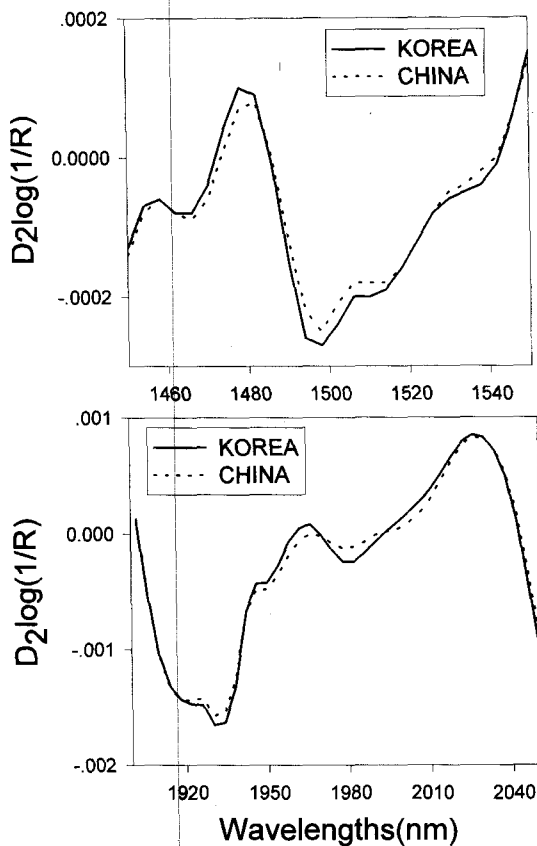


Fig. 5. Differences between the average second derivative spectra of the Korea and China sesame oil cake extracted by ethyl ether.

영역이고, 1960 nm N-H asymmetrical stretching과 amide에 관련된 CONH<sub>2</sub>의 흡수로 알려져 있다. 또한 1980 nm는 N-H asymmetrical stretching과 amide에 관련된 단백질의 흡수로 알려져 있으며, 2000 nm는 N-H symmetrical stretching과 amide에 관련된 CONH<sub>2</sub> 및 CONHR의 흡수로 알려져 있다.<sup>28)</sup> 따라서 한국산 참깨박과 중국산 참깨박의 평균 스펙트럼은 참깨의 단백질과 관련된 파장의 영역에서 두 원산지 간에 많은 차이를 보여주고 있다.

또한 이들 단백질 관련 파장의 first overtone 영역으로 알려진 1450~1550 nm의 영역에서도 한국산 참깨와 중국산 참깨의 평균 스펙트럼의 차이를 보이고 있다.

이상의 결과로부터, 한국산, 중국산 및 일본산 참깨의 원산지를 판별함에 있어 연구용 근적외 분광장치와 필터형 근적외 분광장치에 상관없이 판별할 수 있었다. 근적외 분광장치로 참깨의 원산지를 판별할 수 있는 근거를 조사한 결과, 볶은 참기름 및 참깨박의 경우 200°C 이상의 고온에서 참깨를 볶고 압착하여 성분간 반응 등 변성 정도에도 심한 차이를 나타내어 오관율이 커진 것으로 추정되며, 열처리 받지 않은 용매 추출에 의한 참기름과 참깨박 성분에서 높은 판별율을 나타내었다. 또한 볶음 처리한 참깨박이든 용매 추출한 참깨박이든 참깨의 지질성분 보다는 높은 판별율을 나타내었는데, 이는 참깨의 원산지 판별 근거가 지질 성분 보다는 단백질이 많이 포함된 참깨박 성분에 크게 관여한다는 것을 알 수 있었다.

### 감사의 글

본 연구는 1996년도 농림부 첨단과제 연구비에 의하여 일부 수행되었으며, 이에 감사를 드립니다.

### 참고문헌

- Gérald S. Remaud, Yves-Loïc Martin, Gilles G. Martin, Norbert Naulet Gérard J. Martin (1997) Authentication of Mustard Oil by Combined Stable Isotope Analysis (SNIF-NMR and IRMS). *J. Agric. Food Chem.*, **45**(5), 1844-1848.
- Xiangdong Wu, Earl G. Hammond, Pamela J. White, Walter Fehr (1997) Analysis of Furanoid Esters in Soybean Oil and the Effect of Variety and Environment on Furanoid Ester Content. *JAOCS*, **74**(9), 1099-1103.
- Maria Tsimidou, Kostas X Karakostas (1993) Geographical Classification of Greek Virgin Olive Oil by Non-parametric Multivariate Evaluation of Fatty Acid Composition. *J. Sci. Food Agric.*, **62**, 253-257.
- Isabel Martos, Moncef Cossentini, Federico Ferreres, Francisco A. Tomás-Barberán (1997) Flavonoid Composition of Tunisian Honeys and Propolis. *J. Agric. Food Chem.*, **45**(8), 2824-2829.
- M. Carmen García-Parrilla, Gustavo A. González, Francisco J. Heredia, Ana M. Troncoso (1997) Differentiation of Wine Vinegars Based on Phenolic Composition. *J. Agric. Food Chem.*, **45**(9), 3487-3492.
- J. C. Rivas-Gonzalo, Y. Gutierrez, A. M. Polanco, E. Hebrero, J. L. Vicente, P. Galindo, C. Santos-Buelga (1993) Biplot Analysis Applied to Enological Parameters in the Geographical Classification of Young Red Wines. *Am. J. Enol. Vitic.*, **44**(3), 302-308.
- Martin P Day, Benli Zhang, Gérard J Martin (1995) Determination of the Geographical Origin of Wine Using Joint Analysis of Elemental and Isotopic Composition. II-Differentiation of the Principal Production Zones in France for the 1990 Vintage. *J. Sci. Food Agric.*, **67**, 113-123.
- J. M. Amurrio, A. M. de Ron, A. C. Zeven (1995) Numerical taxonomy of Iberian pea landraces based on quantitative and qualitative characters. *Euphytica*, **82**, 195-205.
- Marco J., J. Artajona, M. S. Larrechi, F. X. Rius (1994) Relationship Between Geographical Origin and Chemical Composition of Wood for Oak Barrels. *Am. J. Enol. Vitic.*, **45**(2), 192-200.
- Annick Moing, Nathalie Langlois, Laurence Svanella, Anne Zanetto, Jean-Pierre Gaudillère (1997) Variability in Sorbitol : Sucrose Ratio in Mature Leaves of Different Prunus Species. *J. Amer Soc. Hort. Sci.*, **122**(1), 83-90.
- Kim Jong Wan, Sung Chul Na (1990) Surveys and Studies on the Sesame Bacterial Leaf Spot and Resistance of Sesame Varieties against the Disease. *Res. Rept. RDA (Agri. Institutional Cooperation)*, **33**, 193-201.
- Ryu Su Rno, Jung Il Lee and Hyo Sung Lee (1993) Effect of Temperature and Day-length on Antioxidants in Sesame. *Korean J. Crop Sci.*, **38**(4), 330-335.
- Okubo K., N. Nishimura, K. Shibasaki (1978) Composition of Sesame Seed Protein Components and Purification of the

- Main Globulin. *Cereal Chem.*, **56**(2), 100-104.
14. Nishimura N., K. Okubo, K. Shibasaki (1979) Chemical and Physical Properties of 13S Globulin the Major Protein in Sesame Seeds. *Cereal Chem.*, **56**(4), 239-242.
  15. Choi C., S. S. Chun and Y. J. Cho (1993) Functional properties of protein from defatted sesame meal using the enzyme from *Bacillus sp.* CW-1121. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* **36**(3), 172-177.
  16. Jorge F. Toro-Vazquez and Alberto Gallegos-Infante (1996) Viscosity and Its Relationship to Crystallization in a Binary System of Saturated Triacylglycerides and Sesame Seed Oil. *JAACS*, **73**(10), 1237-1246.
  17. Abou-Gharbia H. A., F. Shahidi, A. Adel Y. Shehata and M. M. Youssef (1997) Effects of Processing on Oxidative Stability of Sesame Oil Extracted From Intact and Dehulled Seeds. *JAACS*, **74**(3), 215-221.
  18. Shimoda Mitsuya, Hideki Shiratsuchi, Yuji Nakada, Yin Wu, Yutaka Osajima (1996) Identification and Sensory Characterization of Volatile Flavor Compounds in Sesame Seed Oil. *J. Agric. Food Chem.* **44**, 3909-3912.
  19. Ha Jae-Ho and Dong-Hoon Kim (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**(2), 246-252.
  20. Lee J. I., C. W. Kang (1980) Breeding of Sesame (*Sesamum indicum* L.) for Oil Quality Improvement. 1. Study on the evaluation of oil quality and the differences of fatty acid composition between varieties in sesame. *J. Korean Soc. Crop, Sci.*, **25**(1), 54-65.
  21. Lee Bong Ho, Jung il Lee and Rae Kyeong Park, (1988) Current status and perspectives of quality improvement in sesame. *Korean J. Crop Sci., Quality Research* **1**, 86-97.
  22. Lee Jung il, Chul Whan Kang, Jin Ki Bang and Ki June Kim (1991) Sesame breeding for oil quality improvement. IV. Variety differences of oil content and fatty acid composition, *Korean J. Crop Sci., Quality Research* **3**, 20-32.
  23. Seong Nak Sul, Jung il Lee, Chul Whan Kang, Rae Kyeong Park and Young Am Chae, (1990) Varietal difference of protein content and amino acid composition in sesame. *Korean J. Crop Sci.*, **35**(5), 440-448.
  24. Lee Jung il, Su rho Ryu, Sam Sik Kang, Chul Whan Kang and Chang Yeol Choi (1992) Varietal differences of antioxidants in sesame seeds. *Korean J. Breed*, **24**(3), 214-222.
  25. Shiro Isshiki, Teruhisa Umezaki (1997) Genetic variations of isozymes in cultivated sesame (*Sesamum indicum* L.). *Euphytica*, **93**, 375-377.
  26. Howard L. Mark, David Tunnell (1985) Qualitative Near-Infrared Reflectance Analysis Using Mahalanobis Distances. *Analytical Chemistry*, **57**(7), 1449-1456.
  27. Kim Young-Soo, Christopher Scotter, Margaret Voyiagis, Martin Hall (1998) Potential of NIR Spectroscopy for Discriminating the Geographical Origin of Sesame Oil. *Food Science and Biotechnology*, **7**(1), 18-22.
  28. B. G. Osborne, T. Fearn (1986) Near Infrared Spectroscopy in Food Analysis, 1st Ed., Chap. 2, p. 20~42, Langman Scientific & Technical, Essex, England.

---

### Identification of geographical origin of sesame seeds by near infrared spectroscopy

Young-Kil Kwon and Rae-Kwang Cho (Department of Agricultural Chemistry, Kyungpook National University)

**Abstract** : Geographical origin of the Korean, Chinese and Japanese sesame seeds were identified very high accuracy by NIR spectroscopy. The NIR instrument of filter type showed the same accuracy of the monochromator scanning type to identify the geographical origin of the sesame seeds. In case of adulteration between the Korean and Chinese sesame seeds, the ratio of addition could be determined about 10% error level. The reason of identification of geographical origin by NIR spectroscopy, it was supposed to the difference of oil cake substance.

---

**Key words** : sesame, geographical origin, identification, NIR spectroscopy

\*Corresponding author