

참깨 품종별 Sesamin, Sesamol인 함량 변이

김금숙*† · 김동휘* · 정미란** · 장인복* · 심강보* · 강철환* · 이승은* · 성낙술* · 송경식***

*작물과학원, **원광대학교 한약자원개발학과, ***경북대학교 응용생명화학부

Quantitative Analysis of Sesamin and Sesamol in Various Cultivars of Sesame

Geum-Soog Kim*†, Dong-Hwi Kim*, Mi-Ran Jeong**, In-Bok Jang*, Kang-Bo Shim*,
Chul-Hwan Kang*, Seung-Eun Lee*, Nak-Sul Seong*, and Kyung-Sik Song***

*National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea

**Dept. of Herbal Resources, Professional graduate School of Oriental Medicine, Wonkwang University,
Iksan 570-749, Korea

***Applied Biology & Chemistry Division, College of Agricultural & Life Science, Kyungpook National University,
Daegu 702-701, Korea

ABSTRACT : The development of sesame varieties which contain high contents of lignan compounds has been progressed in Korea. This study was carried out to get the basic information for the breeding of high quality sesame varieties and the development of health functional food sources using lignan compounds from sesame. The contents of sesamin and sesamol were 4.08 ± 1.74 and 2.47 ± 0.68 mg/g, respectively, from sesame cultivated in 2002 and those were 4.08 ± 1.51 and 2.48 ± 0.69 mg/g, respectively, from sesame cultivated in 2003. The content of sesamine was high in the order of Danbaek (6.22 mg/g), Seongbun (5.94 mg/g), Namda (5.83 mg/g), and Naman (5.59 mg/g) produced in 2002 and Seongbun (6.27 mg/g), Dasak (5.53 mg/g), Danbaek (5.50 mg/g), chinbaek (5.45 mg/g), and Seodun (5.41 mg/g) produced in 2003. The content of sesmoline was high in the order of Hwangbaek (3.27 mg/g), Seongbun (3.26 mg/g), Annam (3.22 mg/g), Hanseom (3.17 mg/g), and Danbaek (3.16 mg/g) produced in 2002, and Seongbun (3.21 mg/g), Seodun (3.14 mg/g), Pungan (3.10 mg/g), Naman (3.09 mg/g), and Danbaek (3.04 mg/g) produced in 2003. The contents of sesamin and sesamol in Yangbaek, which has used as a standard variety for sesame breeding, were relatively lower than in any other varieties. These results suggest that Yangbaek is not the proper variety as a standard variety for development of high quality sesame. In conclusion, proper good variety as a standard variety for sesame breeding must be determined after careful consideration on the major quality factors including crude oil and lignan compounds as well as agricultural characteristics to develop high quality sesame varieties containing high contents of lignan compounds.

Keywords: *Sesamum indicum* L., sesame, sesamin, sesamol, fatty acid composition, quantitative analysis

참깨는 참깨과(Pedaliaceae) 참깨속(*Sesamum*)의 1년생 초본식물(*Sesamum indicum* L.)로서 오랜 옛날부터 이집트를 비롯하여 인도, 중국에서 세계로 전파되어 재배되어 온 유류식물이며 볶은 참깨나 참기름은 우리나라 식단에서 아주 중요한 조미용 양념이자 식용기름이다. 참깨의 주요 영양성분으로는 지질 50%, 단백질 20%, 당질 16%, 섬유소 3% 정도가 함유되어 있고, 이외 칼슘을 비롯한 무기성분과 B₁, B₂, 나이신 등의 비타민류를 다량 함유하고 있으며 세사민, 세사몰린, 세사몰, 세사미놀 등 리그난 화합물도 함유하고 있어 이들의 기능성에 관한 연구가 활발히 진행되어 왔다. 참기름과 참깨셀러드유의 높은 산화안정성은 참깨에 다량 함유된 항산화 성분 리그난 화합물 때문이다. 참깨에 가장 많이 함유되어 있는 리그난 화합물인 세사민은 특히 구조적 특성 때문에 *in vitro*에서는 항산화 활성을 나타내지 않지만 *in vivo*에서는 항산화 활성을 나타낸다는 사실이 알려졌고 최근 Nakai *et al.*(2003)에 의해서 그 기작에 대한 연구도 보고되었다. 세사민의 생리활성에 관한 많은 연구보고 중에는 간장에서의 지방산의 합성 감소 효과(Ide *et al.*, 2001), 참기름에 다량 함유된 γ -tocopherol과 상호 협조적으로 작용하여 비타민 E 활성을 높이는 작용(Yamashita *et al.*, 1992), γ -linoleic acid를 arachidonic acid로 전환시켜주는 촉매효소인 $\Delta 5$ desaturase의 특이적 저해제 역할로서 고도의 불포화지방산 대사를 조절하는 기능(Shimizu *et al.*, 1991), 콜레스테롤 농도를 저하시키는 효과(Hirose *et al.*, 1991), 알콜분해 촉진작용으로 간 기능을 개선하는 효과(Akimoto *et al.*, 1993) 및 항고혈압 효과(Matsumura *et al.*, 1995, kito *et al.*, 1995; Matsumura *et al.*, 1998)와 암세포

†Corresponding author (Phone) +82-31-290-6832 (E-mail) kimgsoo@rda.go.kr

<Received September 7, 2004>

증식 억제 효과(Hirose *et al.*, 1992) 등에 관한 것들이 있다. 참깨에 세사민 다음으로 다량 함유된 리그난 화합물인 세사몰린은 참깨 항산화 활성 물질인 세사몰, 세사미놀의 전구체로서 아주 중요한 리그난 화합물이다. 세사미놀은 배당체로서 pinoresinol 배당체, sesamolinal 배당체와 함께 참깨박에 다량으로 존재하는데(Kuniyama *et al.*, 1993) 흰깨에는 검정깨보다 상대적으로 다량의 리그난 배당체가 함유되어 있고, 세사미놀 배당체는 그 자체로는 항산화 효과가 없지만 인체에 섭취된 후 생체막의 산화를 저해하는 역할을 하는 것으로 추정되고 있어 *in vivo* 항산화 효과가 강력히 제안되고 있다.

국내 참깨 육종은 1960년대부터 본격적으로 시작되었는데, 주요 육종방향은 수량성 향상 및 재해 안정성 강화를 목표로 진행되어 왔다. 1990년대 후반에 리그난 화합물의 함량이 높은 고품질 품종 “성분깨”이 육성되기도 하였으나(Kang *et al.*, 1998), 이는 명확한 품질개량의 목표아래 체계적으로 이루어진 성과물이 아니기 때문에 현재 국내의 품질개량 육종에는 많은 문제점이 지적되고 있다. 일본은 이미 리그난 고함유 참깨인 “관동 11, 12호”를 개발하는 등 체계적인 육종 프로그램이 가동되고 있는데 반해, 우리의 연구는 리그난 고함유 참깨의 탐색 수준에 머무르고 있는 실정이다. 따라서 본 연구는 국내에서 육성된 참깨 주요 품종들에 대하여 유지함량 및 지방산 조성과 주요 리그난 화합물인 세사민과 세사몰린 함량을 일괄적으로 분석, 평가함으로써, 리그난 고함유 참깨 품종 개발에 필요한 자료 뿐 아니라 참깨 종실 및 참기름 또는 리그난 화합물을 함유한 건강기능식품 소재 개발에도 이용될 수 있는 유용한 기초자료를 얻고자 수행되었다.

재료 및 방법

식물재료

참깨 재료는 2002년과 2003년도에 재배하여 수확한 종자를 사용하였는데, 토양조건은 배수가 비교적 양호한 사양토로서 유기물 함량과 유효인산 함량이 우리나라 일반경작지 토양 평균 함량보다 다소 낮았으며 시험전 토양의 특성은 Table 1과 같았다. 재배법은 참깨 전용 흑색 유공비닐을 피복하여 조간 30 cm, 구간 10 cm로 점파하였고 출현 후 제 2본엽 전개시 건전한 주 1개만 남기고 나머지는 솎아 내었다. 시비량은 질소, 인산, 칼리를 성분량으로 10 a 당 각각 8, 4, 9 kg을 전량기비로 사용하였으며, 그 밖의 재배법은 참깨

표준재배법에 따랐다. 종자의 채취부위는 일정하지 않아 등숙 정도가 다소 차이가 있었다. 이러한 등숙도 차이에 따른 리그난 화합물의 함량 차이를 최소화하기 위해, 수확 후 정선된 참깨 종자를 균일하게 혼합하여 일정량을 취하여 분석용 시료로 사용하였다.

시약 및 기기

참깨 분말 시료의 추출 및 column chromatography에는 용매로서 1급 메탄올을 사용하였으며, column chromatography 용 silica gel 충전제와 precoated TLC plate는 Kiesel gel 60, 70~230 mesh(Merck, Germany)와 Kiesel gel 60F254 (Merck, Germany)를 각각 사용하였다. NMR spectra는 JNM-LA 400 FT-NMR(JEOL, Japan)을 사용하여 측정하였으며 이때 용매로는 CDCl₃(Sigma Chemical. Co., USA)을 사용하였다. HPLC system은 TSP사의 P2000 pump와 AS1000 autosampler가 사용되었고 검출기로는 TSP사의 Spectra focus UV 검출기를 사용하였다. HPLC 컬럼은 Nova-Pak C18, 3.9 × 150 mm, 4 μm(Waters, USA)을 정량용으로 사용하였으며 HPLC 용매는 모두 HPLC급을 사용하였다. 참깨 지방 함량은 Soxtherm S306A(Gerhardt, Denmark)을 이용하여 추출하여 측정하였고, 지방산 조성은 Varian CP-3800(Varian, USA)를 이용하여 gas chromatography로 분석하였고 칼럼은 glass empty column, 6×1/4"×2 mm(Allech, USA)에 15.0% DEGS chrom W-AW 80/100를 충전하여 사용하였다.

세사민, 세사몰린 분리

참깨 분쇄 시료 3 kg에 MeOH 7 L를 넣고 -20°C의 냉동고에 24시간 방치하였다. 총 2회를 동일한 방법으로 추출하여 여과한 후 여과액을 40°C 이하에서 진공 농축하였으며 마지막 3회 차 추출은 상온 진탕 추출한 후 여과하여 1, 2회 추출 여과액과 합쳐 진공 농축하였다. 진공 농축하여 얻은 MeOH 농축액(MeOH ext., 90 g)은 1 kg의 silica gel를 충전된 직경 7 cm의 오픈 칼럼에서 칼럼크로마토그래피(Hexane EtOAc = 9:1 → 8:1 → 7:1)를 실시하여 총 50개의 분획(Fr 1~50)을 얻었다. 이 중 Fr. 9~Fr 15의 분획으로부터 compound 1(780 mg)를, Fr. 19~25분획으로부터 compound 2(520 mg)를 각각 분리하였다.

Compound 1 white amorphous powder; ¹H-NMR(400 MHz, CDCl₃) δ_H(ppm) · 6.857(1H, s, H-2"), 6.827~6.754 (1H, m, H-6"), 6.737(1H, d, *J*=8.04 Hz, H-5'), 6.688(1H, d, *J*=8.56 Hz, H-5"), 6.601(1H, d, *J*=2.4 Hz, H-6), 6.483 (1H, dd, *J*=2.44, 8.44 Hz, H-6'), 5.938(2H, s, OCH₂O), 5.901(2H, s, OCH₂O), 5.480(1H, s, H-2'), 4.435 (1H, dd, *J*=8.92, 9.04 Hz, H-4eq), 4.380(1H, d, *J*=7.08, H-2), 4.111(1H, dd, *J*=6.08, 9.28 Hz, H-8eq), 3.943(1H, d, *J*=9.28 Hz, H-8ax), 3.621(1H, dd, *J*=7.44, 9.28 Hz, H-4ax),

Table 1. Initial soil chemical properties of experimental field soil.

soil texture	pH (1.5)	O.M (g/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex. cation (cmol+/kg)		
				K	Ca	Mg
sandy loam	6.1	13.3	173	0.37	2.45	0.75

3.287(1H, dt, $J=7.80$, 90.04 Hz, H-5), 2.928(1H, dt, $J=6.12$, 9.24 Hz, H-1); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, CDCl_3) δ_{C} (ppm): 151.859(C-3'), 148.115(C-3''), 148.021(C-4'), 147.362(C-4''), 142.702(C-1'), 134.446(C-1''), 119.654(C-6''), 109.004(C-6'), 108.193(C-5'), 108.024(C-5''), 106.951(C-2'), 106.548(C-2''), 101.225(OCH₂O), 101.085(OCH₂O), 100.184(C-6), 87.037(C-2), 71.257(C-4), 69.834(C-8), 53.257(C-5), 52.730(C-1)

Compound 2. white amorphous powder; $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ_{H} (ppm): 6.829(2H, br s, C-2', 2''), 6.796~6.746(4H, m, H-5', 6', 5'', 6''), 5.929(4H, s, 2xOCH₂O), 4.696(2H, d, $J=4.40$ Hz, H-2, 6), 4.370(2H, dd, $J=6.84$, 9.04 Hz, H-4eq, 8eq), 3.851(2H, dd, $J=4.12$, 9.08 Hz, H-4ax, 8ax), 3.029(2H, m, H-1, 5); $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, CDCl_3) δ_{C} (ppm): 147.963(C-3', 3''), 147.099(C-4', 4''), 135.067(C-1', 1''), 119.337(C-6', 6''), 108.173(C-5', 5''), 106.482(C-2', 2''), 101.056(OCH₂O), 85.782(C-2, 6), 71.706(C-4, 8), 54.330(C-1, 5)

세사민, 세사몰린의 함량 분석

분쇄한 참깨 시료 1g을 centrifuge tube에 담고 50 ml MeOH 를 처리하여 1시간 30분간 진탕 추출한 후 1200 rpm에서 15분간 원심분리 하였다 원심분리 후 50 ml volumetric flask에 상등액을 옮겨 담은 후 부피를 정확히 정용하였다 이 추출액은 0.45 μm membrane filter를 이용해서 여과한 후 HPLC 분석용 시료로 사용하였다. 리그난 화합물 표준정량 곡선을 작성하기 위해 세사민 농도는, 0.107, 0.085, 0.064, 0.043, 0.021, 0.010 mg/ml 로 하였고, 세사몰린 농도는, 0.110, 0.088, 0.066, 0.044, 0.022, 0.011 mg/ml 로 하였다.

HPLC 분석 조건은 아래의 Table 2와 같이 하여 리그난 화합물을 분석하였다.

Table 2. The condition of HPLC for quantitative analysis of lignan compounds from sesame seeds

HPLC condition	
HPLC system	TSP Spectra SYSTEM P2000, AS1000
Column	Nova-Pak C ₁₈ (3.9×150 mm)
Mobile Phase	65% MeOH
Flow rate	0.8 ml/min
Detector	UV 290 nm

지방함량 및 지방산 분석

참깨의 지방은 Soxtherm S306A 자동추출 장치를 이용하여 추출하였는데 분쇄 시료 2 g에 hexane을 140 ml씩 처리하여 총 2시간 30분 동안 자동추출하였으며 수기에 남아 있는 소량의 hexane은 105°C의 건조기에서 완전히 제거하였다. 지방산 분석을 위해 추출한 지방 10 μl 를 취한 후 heptane 100 μl 를 처리하여 지방산을 분리하고 MeOH : benzene : 2,2-dimethoxypropane · H₂SO₄(37 20:5:2) 170 μl 를 처리하여 85 °C의 항온 수조에서 2시간 반응시켜 지방산을 methylation 시킨 후 반응액을 상온 냉각시키고 상등액만을 취하여 gas chromatography(GC) 분석을 하였다. 지방산의 GC 분석 조건으로는 column(15% DEGS chrom W-AW 80/100, 6×1/4" ×2 mm) 온도를 170~200°C까지 11분 동안 승온하게 한 후(승온율:11°C/min), 6분 동안 200°C를 유지하게 하였고, injector 와 FID detector의 온도는 모두 210°C로 설정하였고, carrier gas로는 N₂를 30 ml/min 속도로 흘려주었다.

결과 및 고찰

세사민, 세사몰린 분리

참깨 MeOH ext.은 오픈 칼럼에서 칼럼크로마토그래피(Hexane EtOAc = 9:1→8.1→7:1)을 실시하여 compound 1, 2 를 분리하였다. 이들 화합물의 ^1H -, $^{13}\text{C-NMR}$ spectra data을

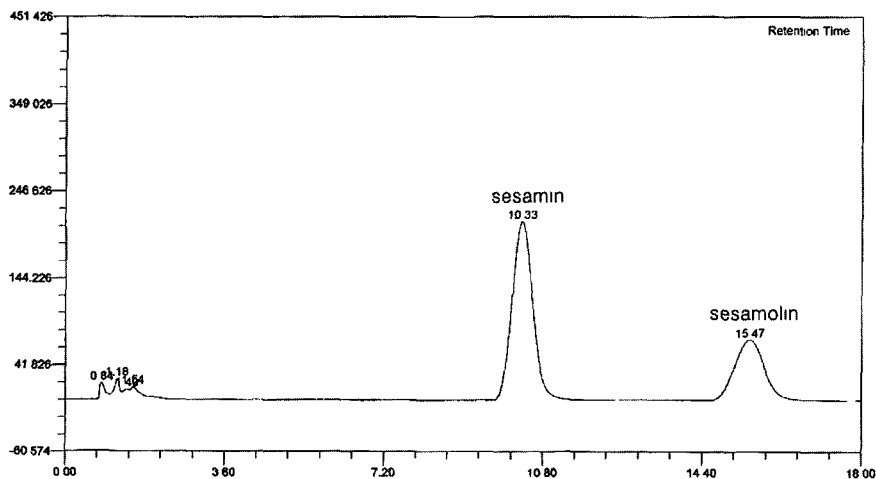


Fig. 1. HPLC chromatogram of MeOH extract from sesame seeds.

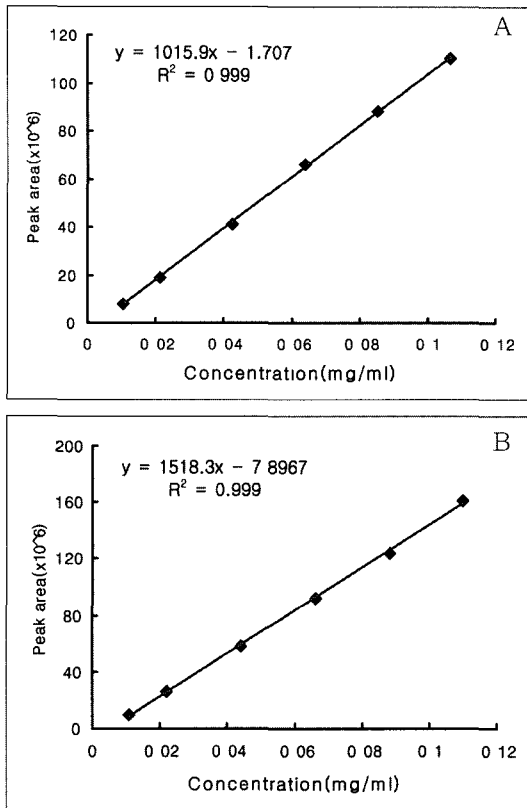


Fig. 2. The standard curves of sesamin(A) and sesamol(B) for HPLC analysis.

분석한 결과, compound 1, 2는 각각 sesamol과 sesamin인 것으로 최종 동정되었다(Ryu *et al.*, 1994). 참깨 품종의 리그난 성분 분석을 위해, 분리된 sesamin과 sesamol을 정량용 표준물질로 이용하였다

세사민, 세사몰린의 함량 분석

참깨 MeOH ext.을 Nova-Pak C18(3.9×150 mm, 4 μm) column에서 이동상으로 65% MeOH을 0.8 ml/min의 유속으로 흘러주면서 290 nm에서 분석하였을 때 세사민, 세사몰린 두 성분이 확연히 분리되어 정량분석 가능하였다(Fig. 1). 세사민, 세사몰린 표준품의 표준곡선을 작성한 결과(Fig. 2), 이들의 상관계수 R² 값은 모두 0.999로서 성분의 농도와 peak area 간에 고도의 정의 상관관을 보였다 따라서 이 표준곡선을 적용하여 참깨 품종들의 세사민, 세사몰린 함량을 정량 분석하였으며 그 결과를 Table 3에 나타내었다.

2002년, 2003년에 재배된 참깨 각각 21품종, 27품종을 대상으로 리그난 화합물을 분석한 결과(Table 3), 2002년도의 세사민, 세사몰린의 평균함량은 각각 4.08±1.74, 2.47±0.68 mg/g이었으며 2003년도의 세사민, 세사몰린의 평균함량은 각각 4.08±1.51, 2.48±0.69 mg/g이었다 특히 세사민, 세사몰린 함량이 전체적으로 검은깨 보다 흰깨에서 2.4배 정도 더 높았는

Table 3. The contents of sesamin and sesamol in several varieties of sesame seeds.

Varieties	2003 ^{a)}		2002 ^{a)}	
	sesamin (mg/g)	sesamol (mg/g)	sesamin (mg/g)	sesamol (mg/g)
Seonbaek	4.75 ± 0.17 ¹⁾	2.79 ± 0.09s	4.64 ± 0.21	2.27 ± 0.09
Dubeol	4.43 ± 0.01	2.62 ± 0.02	-	-
Naman	5.33 ± 0.15	3.09 ± 0.09	5.59 ± 0.11	3.07 ± 0.05
Namda	5.11 ± 0.19	2.59 ± 0.08	5.83 ± 0.06	2.89 ± 0.04
Hansan	5.36 ± 0.07	2.92 ± 0.05	4.80 ± 0.18	2.80 ± 0.11
Pungan	5.20 ± 0.07	3.10 ± 0.02	-	-
Seongbun	6.27 ± 0.14	3.21 ± 0.08	5.94 ± 0.04	3.26 ± 0.16
Dasak	5.53 ± 0.34	3.03 ± 0.19	5.34 ± 0.23	2.69 ± 0.12
Seodun	5.41 ± 0.10	3.14 ± 0.08	-	-
Namsan	4.21 ± 0.00	2.51 ± 0.01	-	-
Pungsan	4.95 ± 0.10	2.76 ± 0.05	-	-
Hwangbaek	4.15 ± 0.10	2.91 ± 0.05	5.16 ± 0.14	3.27 ± 0.09
Ansan	4.75 ± 0.08	2.90 ± 0.06	4.80 ± 0.11	2.66 ± 0.06
Annam	4.76 ± 0.17	2.91 ± 0.08	5.34 ± 0.10	3.22 ± 0.05
Suwon	3.20 ± 0.05	2.64 ± 0.03	3.82 ± 0.28	2.90 ± 0.03
Chinbaek	5.45 ± 0.12	2.96 ± 0.06	5.27 ± 0.12	2.84 ± 0.07
Chinju	5.14 ± 0.05	2.42 ± 0.03	5.32 ± 0.13	2.41 ± 0.06
Hanseom	4.44 ± 0.06	3.03 ± 0.05	4.89 ± 0.06	3.17 ± 0.05
Yangbaek	3.55 ± 0.03	2.37 ± 0.02	-	-
Danbaek	5.50 ± 0.19	3.04 ± 0.11	6.22 ± 0.08	3.16 ± 0.04
Mean	4.87 ± 0.73	2.85 ± 0.25	5.23 ± 0.60	2.90 ± 0.32
Heukseon	1.40 ± 0.02	1.80 ± 0.04	1.64 ± 0.02	1.63 ± 0.01
Sunheuk	1.34 ± 0.02	1.10 ± 0.35	1.53 ± 0.01	1.69 ± 0.01
Hwaheuk	2.56 ± 0.06	0.96 ± 0.05	1.66 ± 0.08	1.39 ± 0.02
Gyeongheuk	2.19 ± 0.04	1.38 ± 0.30	1.95 ± 0.03	1.50 ± 0.03
Yangheuk	1.93 ± 0.03	1.63 ± 0.02	1.72 ± 0.24	1.53 ± 0.20
Geonheuk	1.93 ± 0.05	1.67 ± 0.04	2.47 ± 0.01	2.05 ± 0.01
Manheuk	1.40 ± 0.04	1.39 ± 0.05	1.53 ± 0.01	1.51 ± 0.02
Mean	1.82 ± 0.47	1.42 ± 0.31	1.78 ± 0.33	1.61 ± 0.21
Total Mean	4.08 ± 1.51	2.48 ± 0.69	4.08 ± 1.74	2.47 ± 0.68

^{a)}Harvesting year, ¹⁾All values are mean ± SD of 4 replications

데, 이것은 여러 연구자의 보고(Lee *et al.*, 1999; Tashiro *et al.*, 1990)와 부분적으로 일치하는 것이다 기존의 연구 결과는 종피색에 따른 리그난 함량의 차이에 대해서만 보고가 되어 있고, 그 원인에 대한 구체적인 해석은 없는 실정이다 본 연구결과에서 그 원인을 추론해 보면, 보통 검정깨의 종피율이 15% 내외 인데 반해, 흰깨는 종피율이 5.9% 정도로 낮아 리그난 함량이 높은 한 요인이 될 수 있다. 왜냐하면 종자 중 리그난은 주로 잔존배유 부위에 존재하는 것으로 알려져 있기 때문이다 그러나 종피율 차이를 고려하더라도 검정깨와 흰깨의 기름함량의 차이가 10%정도 인 것을 고려하면 리그난 함량의 차이는 무척 큰 것으로 판단되었는데, 이것은 정량분석을 위해 추출 효율이 높은 MeOH과 같은 유기용매로 리그난

을 추출하여 함량을 구하게 되므로 참기름을 착유하여 기름 중의 리그난을 정량 분석하는 경우 보다 유기용매 추출은 리그난 추출효율이 훨씬 높을 것으로 추론된다. 한편 Ryu *et al.*(1992)은 세사몰린 함량이 흰깨보다 검정깨에서 더 많다고 보고한 바 있어 앞으로 종피색 차이에 따른 품종들의 리그난 함량의 차이 및 그 원인 구명을 위해서는 보다 구체적인 분석과 검토가 이루어져야 할 것이다.

성분깨는 세사민, 세사몰린 함량이 2002년에는 각각 5.94 mg/g, 3.26 mg/g이었고, 2003년에는 각각 6.27 mg/g, 3.21 mg/g으로 모두 상위 1~2위 순위에 분포하는 양상이었으나, 다른 흰깨 품종들은 재배 연수에 따라 절대함량은 물론 함량 순위에도 약간의 변이를 보였다. 세사민은 2002년에는 단백깨(6.22 mg/g), 성분깨(5.94 mg/g), 남다깨(5.83 mg/g), 남안깨

(5.59 mg/g) 순으로 함량 순위를 나타내었고, 2003년에는 성분깨(6.27 mg/g), 다삭깨(5.53 mg/g), 단백깨(5.50 mg/g), 진백깨(5.45 mg/g), 서둔깨(5.41 mg/g) 순으로 함량 순위를 나타내었다. 세사몰린은 2002년에는 황백깨(3.27 mg/g), 성분깨(3.26 mg/g), 안남깨(3.22 mg/g), 한섬깨(3.17 mg/g), 단백깨(3.16 mg/g) 순으로, 2003년에는 성분깨(3.21 mg/g), 서둔깨(3.14 mg/g), 풍안깨(3.10 mg/g), 남안깨(3.09 mg/g), 단백깨(3.04 mg/g) 순으로 함량 순위를 나타내었다. 흰깨 중에서, 세사민 함량이 가장 낮은 품종은 수원깨(3.20~3.82 mg/g)였으며, 세사몰린 함량은 양백깨(2.37 mg/g, 2003년), 선백깨(2.27 mg/g, 2002년), 등에서 특히 낮았다. 세사민/세사몰린 비율에 있어서 일반적으로 흰깨의 경우, 세사민/세사몰린 비율이 1.2~2.1 범위인데 반해, 검정깨는 세사몰린 함량의 비율이 흰

Table 4. The contents of crude oil and fatty acids composition in several varieties of sesame seeds.

Varieties	Crude Oil(%)	Fatty acid composition (%)				
		PAL ^{a)}	STE ^{b)}	OLE ^{c)}	LIN ^{d)}	OLE+LIN
Seonbaek	49.16 ± 0.5 ¹⁾	8.46 ± 0.06	5.49 ± 0.12	40.89 ± 0.00	45.16 ± 0.18	86.05 ± 0.23
Dubeol	50.81 ± 0.89	8.65 ± 0.13	5.62 ± 0.28	41.06 ± 0.32	44.66 ± 0.10	85.72 ± 0.56
Naman	50.13 ± 0.51	8.14 ± 0.01	5.17 ± 0.00	41.65 ± 0.06	45.04 ± 0.05	86.69 ± 0.02
Namda	50.57 ± 0.64	7.65 ± 0.12	5.80 ± 0.12	42.30 ± 0.44	44.26 ± 0.43	86.55 ± 0.00
Hansan	51.35 ± 0.08	7.04 ± 1.05	5.42 ± 0.06	43.12 ± 1.09	44.42 ± 0.02	87.54 ± 1.48
Pungan	50.61 ± 0.69	7.37 ± 0.02	5.80 ± 0.26	42.65 ± 0.03	44.18 ± 0.31	86.83 ± 0.38
Seongbun	48.56 ± 0.73	7.68 ± 0.18	5.26 ± 0.02	42.46 ± 0.29	44.60 ± 0.49	87.06 ± 0.26
Dasak	50.24 ± 0.86	7.89 ± 0.01	5.22 ± 0.01	42.67 ± 0.02	44.23 ± 0.01	86.89 ± 0.01
Seodun	51.48 ± 0.60	7.23 ± 0.15	5.81 ± 0.04	42.96 ± 0.23	44.00 ± 0.04	86.96 ± 0.26
Namsan	49.15 ± 0.45	8.14 ± 0.17	5.11 ± 0.08	43.43 ± 0.25	43.32 ± 0.00	86.75 ± 0.33
Pungsan	50.65 ± 0.89	7.50 ± 0.05	5.57 ± 0.10	43.31 ± 0.15	43.62 ± 0.00	86.93 ± 0.20
Hwangbaek	50.73 ± 0.66	7.87 ± 0.01	4.70 ± 0.02	42.98 ± 0.05	44.45 ± 0.08	87.43 ± 0.05
Ansan	49.48 ± 0.56	8.25 ± 0.02	5.26 ± 0.07	44.16 ± 0.24	42.32 ± 0.15	86.48 ± 0.12
Annam	51.89 ± 0.83	8.09 ± 0.04	5.24 ± 0.04	42.78 ± 0.20	43.88 ± 0.20	86.66 ± 0.01
Suwon	50.22 ± 0.02	8.38 ± 0.09	5.02 ± 0.02	43.03 ± 0.13	43.57 ± 0.02	86.60 ± 0.15
Chnbaek	50.92 ± 0.23	7.60 ± 0.02	5.41 ± 0.04	42.08 ± 0.01	44.91 ± 0.03	86.99 ± 0.03
Chunju	50.33 ± 0.53	8.32 ± 0.05	5.22 ± 0.06	43.80 ± 0.03	42.66 ± 0.03	86.46 ± 0.01
Hanseom	49.31 ± 0.17	7.88 ± 0.05	5.51 ± 0.04	43.76 ± 0.07	42.85 ± 0.09	86.62 ± 0.02
Yangbaek	51.32 ± 0.58	8.02 ± 0.05	5.37 ± 0.05	42.48 ± 0.06	44.13 ± 0.06	86.61 ± 0.00
Danbaek	51.07 ± 0.26	8.16 ± 0.55	5.30 ± 0.29	42.82 ± 0.45	43.72 ± 0.19	86.54 ± 0.35
Mean	50.40 ± 0.53	7.92 ± 0.43	5.33 ± 0.30	42.75 ± 0.78	44.00 ± 0.78	86.75 ± 0.38
Heukseon	41.84 ± 0.11	8.58 ± 0.10	5.13 ± 0.07	42.56 ± 0.26	43.73 ± 0.23	86.29 ± 0.04
Sunheuk	43.95 ± 0.16	8.84 ± 0.04	4.89 ± 0.01	40.87 ± 0.16	45.39 ± 0.13	86.27 ± 0.04
Hwaheuk	42.53 ± 0.57	8.42 ± 0.03	5.24 ± 0.04	41.24 ± 0.03	45.10 ± 0.11	86.34 ± 0.10
Gyeongheuk	42.65 ± 0.71	9.20 ± 0.01	5.02 ± 0.00	41.23 ± 0.10	44.55 ± 0.11	85.78 ± 0.02
Yangheuk	42.52 ± 0.54	8.45 ± 0.06	4.84 ± 0.05	41.53 ± 0.36	45.18 ± 0.47	86.71 ± 0.15
Geonheuk	43.96 ± 0.14	9.12 ± 0.15	5.09 ± 0.07	41.62 ± 0.02	44.17 ± 0.10	85.78 ± 0.11
Manheuk	43.23 ± 0.51	8.31 ± 0.60	5.26 ± 0.19	41.02 ± 0.15	45.42 ± 0.27	86.43 ± 0.55
Mean	42.95 ± 0.39	8.70 ± 0.35	5.16 ± 0.19	41.35 ± 0.59	44.79 ± 0.65	86.14 ± 0.27
Total Mean	48.47 ± 0.50	8.12 ± 0.53	5.29 ± 0.28	42.39 ± 0.96	44.20 ± 0.81	86.59 ± 0.44

^{a)}Palmitic acid, ^{b)}Stearic acid, ^{c)}Oleic acid, ^{d)}Linoleic acid.

¹⁾All values are mean ± SD of 3 replications

깨보다 높아 세사민/세사몰린 비율이 화흑깨를 제외하고는 0.7~1.6 범위로 감소하였다. 보통 검정깨의 세사민/세사몰린의 비율은 1이하인 경우가 많은 것으로 알려져 있는데, 본 시험의 결과에서도 1내외의 낮은 비율을 보이기는 했으나, 화흑깨는 세사민/세사몰린의 비율이 2.19 로서 흰깨 평균치 보다도 더 높았다.

세사민은 참깨에 가장 많이 함유된 리그난 성분으로 다양한 기능성이 보고되어 있고 최근에는 *in vivo* 상에서의 항산화 활성 기작이 보고되어 항산화 활성을 지닌 다른 참깨 함유 리그난 성분보다도 더 의미가 있는 리그난 성분으로 부각되고 있다 Nakai *et al.*(2003)은 세사민이 그 자체로는 항산화 활성을 가지지 않지만 반면에 생체내 대사물질은 간에서 우수한 항산화 효과를 나타내고 생체내 세사민의 주요 대사물질은 크게 4종이며 이중에서 수산기를 가지는 3종의 대사물질만이 항산화 활성을 지니는데, 수산기 4개가 있는 *dicatechol moieties*를 가진 신물질이 가장 항산화 효과가 우수하다고 보고하였다. 이처럼 생체내에서 세사민 대사물질의 구조적 특징으로 인한 항산화 효과는 *catechol moiety*를 가지고 있는 flavonoid가 우수한 항산화 활성을 나타내는 것(Larson, 1988; Rice-Evans *et al.*, 1996)과 동일한 현상으로 설명되어지는데, flavonoid가 고도의 라디칼 소거능을 가지기 위해서는 B ring의 3', 4' 위치에 *o*-dihydroxyphenyl 구조를 지니고 있어야 한다(Bors *et al.*, 1990).

현재 참깨 품종 육성에는 표준품종으로 양백깨가 널리 이용되는데, 양백깨는 세사민 뿐만 아니라, 세사몰린 함량 모두 다른 20품종 흰깨의 평균함량에 미달되는 하위 순위에 분포하였다(Table 3) 이러한 결과로부터, 참깨의 품질 측면에서 지방함량이나 지방산 조성보다 우수한 기능성을 대변하는 것이 리그난 성분이라고 볼 때, 세사민, 세사몰린 등 주요 리그난 함량을 대상으로 한 고품질 품종 개발시에는 양백깨를 표준품종으로 이용하는 것을 제고해야 할 것으로 생각된다. “리그난 고함유 품종 육성”시에는 참깨의 다른 품질 관련 인자 및 생육요인, 수량 요인 등을 함께 고려하면서도 무엇보다 리그난 함량도 높은 다른 품종을 표준품종으로 선정해서 활용하는 것이 보다 더 유용할 것으로 판단된다.

지방함량 및 지방산 조성

2003년도 재배된 선백깨 등 20종의 흰깨의 지방함량은 평균 50.40±0.53% 정도였으며 흑선깨 등 7종의 검정깨 지방함량은 평균 42.95±0.39% 정도였다. 총 27 품종의 참깨 지방함량 분석에서, 흰깨의 지방함량이 검정깨보다 평균 약 7.45% 정도 더 높게 측정되었는데 대체로 국산 참깨의 지방함량은 45~56% 사이에 분포되어 있고 흰깨 지방함량이 검정깨보다 더 많은 것으로 보고되고(Ryu *et al.*, 2002) 있는 것과 일치하였다. 흰깨의 품종별 지방함량은 최소값 48.56%에서 최고값 51.32%까지 범위에 분포하여 최고 약 2.76%의 차이를 보여주

었다. 세사민 함량이 높은 단백깨, 성분깨, 다삭깨, 남다깨, 풍안깨 등의 기름함량을 살펴보면(Table 4), 성분깨가 48.56%로서 기름함량이 특히 낮았으나 나머지는 기름함량도 50.00% 이상으로 양호한 함량분포를 나타내었다.

참깨의 일반적인 지방산의 조성은 팔미트산, 스테아르산, 올레산, 리놀레산이 각각 7.8, 3.6, 45.3, 37.7% 정도 함유한 것으로 알려져 있는데(Ryu *et al.*, 2002), 양질의 불포화지방산으로 알려진 올레산과 리놀레산의 함량이 한국산 참깨의 경우 약 88.48% 함유하고 있고 이러한 양질 지방산은 외국산보다 한국산이 더 많이 함유한 것으로 보고되기도 하였다(Kang *et al.*, 2000). 2003년에 재배된 27종의 참깨의 지방산 조성 분석(Table 4)에서는 올레산과 리놀레산 함량을 합친 양질 지방산의 조성이 흰깨, 검정깨 각각 86.75±0.38%, 86.14±0.27%로 측정되어 종피색에 따른 조성차이는 보이지 않았다. 다만 올레산 함량은 검정깨보다 흰깨가, 리놀레산 함량은 검정깨가 흰깨보다 더 높은 것으로 나타났다. 참깨 중에 올레산과 리놀레산과 같은 불포화지방산이 다량 존재함에도 불구하고 리그난 성분 같은 참기름이 함유한 항산화 성분 때문에 참기름의 산화안정성이 매우 우수하여 장기간 저장에도 매우 안정하고 천연 식용유로서 활용이 크다고 하겠다

적 요

본 시험은 국내의 리그난 고함유 품종 개발이 미흡한 실정에서, 기존에 개발된 참깨 품종을 대상으로 항산화 성분인 리그난 화합물 및 지방산 조성 등의 품질을 분석 비교함으로써 리그난 고함유 품종 개발과 리그난 화합물의 건강기능식품으로의 소재 개발에 유용하게 이용될 수 있는 품질 기초 자료를 제시하고자 실시하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 2002년, 2003년에 재배된 참깨 각각 21품종, 27품종을 대상으로, 2002년도의 세사민, 세사몰린의 평균함량은 각각 4.08±1.74, 2.48±0.68 mg/g 이었으며 2003년도의 세사민, 세사몰린의 평균함량은 각각 4.08±1.51, 2.48±0.67 mg/g이었다
2. 흰깨, 검은깨의 2003년의 세사민 평균함량은 4.87±0.73, 1.82±0.47 mg/g, 세사몰린 함량은 2.85±0.25, 1.42±0.31 mg/g 으로 세사민, 세사몰린 모두 흰깨가 검은깨보다 함량이 2~4 배 정도 높았다
3. 성분깨는 세사민, 세사몰린 함량이 2002년에는 각각 5.94, 3.26 mg/g이었고, 2003년에는 각각 6.27, 3.21 mg/g으로 모두 상위 1~2위 순위에 분포하는 양상이었으나, 다른 흰깨 품종들은 재배 연수에 따라 절대함량은 물론 함량 순위에도 약간의 변이를 보였다
4. 세사민은 2002년에는 단백깨(6.22 mg/g), 성분깨(5.94 mg/g), 남다깨(5.83 mg/g), 남안깨(5.59 mg/g) 순으로 함량 순위를 나타내었고, 2003년에는 성분깨(6.27 mg/g), 다삭깨(5.53 mg/g), 단백깨(5.50 mg/g), 진백깨(5.45 mg/g), 서둔깨(5.41 mg/g)

g) 순으로 함량 순위를 나타내었다.

5. 세사몰린은 2002년에는 황백깨(3.27 mg/g), 성분깨(3.26 mg/g), 안남깨(3.22 mg/g), 한섬깨(3.17 mg/g), 단백깨(3.16 mg/g) 순으로, 2003년에는 성분깨(3.21 mg/g), 서둔깨(3.14 mg/g), 풍안깨(3.10 mg/g), 남안깨(3.09 mg/g), 단백깨(3.04 mg/g) 순으로 함량 순위를 나타내었다

6. 세사민 함량이 높은 단백깨, 성분깨, 다삭깨, 남다깨, 풍안깨 등은 성분깨가 48.56%로서 기름함량이 다소 낮았으나 나머지는 50.00% 이상으로 양호한 기름 함량분포를 나타내었다.

인용문헌

- Akimoto, K., Y. Kitagawa, T. Akamatsu, N. Hirose, M. Sugano, S. Shimizu, and H. Yamada 1993. Protective effects of sesamin against liver damage caused by alcohol or carbon tetrachloride in rodents. *Ann. Nutr. Metab.* 37 : 218-224
- Bors, W., W. Heller, C. Michel, and M. Saran. 1990. Flavonoids as antioxidants. Determination of radical-scavenging efficiencies. *Methods Enzymol.* 186 : 343-355
- Fukuda, Y., T. Osawa, M. Namiki, and T. Ozaki 1985. Studies on antioxidant substances in sesame seed. *Agric. Biol. Chem.* 49 : 301-306
- Hirose, N., F. Doi, T. Ueki, K. Akazawa, K. Chijuwa, M. Sugano, K. Akimoto, S. Shimizu, and H. Yamada 1992. Suppressive effect of sesamin against 7,12-dimethylbenz[a]anthracene induced rat mammary carcinogenesis. *Anticancer Res.* 12 : 1259-1266.
- Hirose, N., T. Inoue, K. Nishihara, M. Sugano, K. Akimoto, S. Shimizu, and H. Yamada, 1991. Inhibition of cholesterol absorption and synthesis in rats by sesamin. *J. Lipid Res.* 32 : 629-638.
- Ide, T., L. Ashakumary, Y. Takahashi, M. Kushiro, N. Fukuda, and M. Sugano 2001. Sesamin, a sesame lignan, decreases fatty acid synthesis in rat liver accompanying the down-regulation of sterol regulatory element binding protein-1. *Biochimica et Biophysica Acta* 1534 : 1-13
- Kang, M. H., S. N. Ryu, J. K. Bang, C. W. Kang, D. H. Kim, and B. H. Lee 2000. Physicochemical properties of introduced and domestic sesame seeds. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 29(2) : 188-192.
- Kita, S., Y. Matsumura, S. Morimoto, K. Akimoto, M. Furuya, N. Oka, and T. Tanaka 1995. Antihypertensive effect of sesamin II. Protection against two-kidney, one-clip renal hypertension and cardiovascular hypertrophy. *Biol. Pharm. Bull.* 18 : 1283-1285.
- Kuriyama, K. I., K. Y. Tsuchiya, and T. Murai 1993. Analysis of lignan glycosides in sesame seed by high pressure liquid chromatography. *Nippon Nogeikagaku Kaishi* 67 : 1693-1700.
- Larson, R. A. 1988. The antioxidants of higher plants. *Phytochemistry* 27 : 969-978
- Lee, S. W., C. W. Kang, D. H. Kim, S. Yasumoto, and M. Kasuta 1999. Varietal variation of sesamin, sesamol, and oil contents according to seed-coat colors in sesame. *Korean J. Breed.* 31(3) : 286-292.
- Matsumura, Y., S. Kita, S. Morimoto, K. Akimoto, M. Furuya, N. Oka, and T. Tanaka. 1995. Antihypertensive effect of sesamin I. Protection against deoxycorticosterone acetate salt-induced hypertension and cardiovascular hypertrophy. *Biol. Pharm. Bull.* 18 : 1016-1019
- Matsumura, Y., S. Kita, Y. Tanida, Y. Taguchi, S. Morimoto, K. Akimoto, and T. Tanaka 1998. Antihypertensive effect of sesamin. III. Protection against development and maintenance of hypertension in stroke-prone spontaneously hypertensive rats. *Biol. Pharm. Bull.* 21 : 469-473
- Nakai, M., M. Harada, K. Nakahara, K. Akimoto, H. Shibata, W. Miki, and Y. Kiso 2003. Novel antioxidative metabolites in rat liver with ingested sesamin. *J. Agric. Food Chem.* 51 : 1666-1670.
- Osawa, T., M. Nagata, M. Namiki, and Y. Fukuda 1985. Sesamol, a novel antioxidant isolated from sesame seeds. *Agric. Biol. Chem.* 49 : 3351-3352
- Rice-Evans, C. S., N. J. Miller, and G. Paganga 1996. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biol. Med.* 20 : 933-956.
- Ryu, S. H., K. S. Kim, and E. J. Lee 2002. Current status and prospects of quality evaluation in sesame. *J. Crop Sci.* 47(S) : 140-149
- Ryu, S. N., J. I. Lee, and S. S. Kang 1994. Isolation, identification and quantitative analysis of antioxidants in sesame seed. *RDA J. Agric. Sci.* 36(1) : 122-126
- Ryu, S. R., J. I. Lee, C. Y. Choi, and S. S. Kang 1992. Relationships among antioxidant substances, major chemical components and seed characteristics in sesame seed. *Korean J. Breed.* 24(4) : 303-307
- Shimizu, S., K. Akimoto, Y. Shimmen, M. Sugano, and H. Yamada 1991. Sesamin is a potent and specific inhibitor of $\Delta 5$ desaturase in polyunsaturated fatty acid biosynthesis. *Lipids.* 26 : 512-516
- Tashiro, T., Y. Fukuda, T. Osawa, and M. Namiki 1990. Oil and minor components of sesame (*Sesamum indicum* L.) strains. *JAOCs* 67(8) : 508-511
- Yamashita, K., Y. Nohara, K. Katayama, and M. Namiki 1992. Sesame seed lignans and γ -tocopherol act synergistically to produce vitamin E activity in rats. *J. Nutr.* 122 : 2440-2446