

국내산 및 중국산 참기름과 변조 참기름의 지방산 조성에 관한 연구

강치희 · 박재갑* · 박정웅* · 전상수* · 이승철** · 하정욱** · 황용일**†

울산보건환경연구원
*경남보건환경연구원
**경남대학교 생명과학부

Comparative Studies on the Fatty Acid Composition of Korean and Chinese Sesame Oils and Adulterated Sesame Oils with Commercial Edible Oils

Chi-Hee Kang, Jae-Kap Park*, Jung-Ung Park*, Sang-Soo Chun*,
Seung-Chcol Lee**, Jung-Uk Ha** and Yong-Il Hwang**†

Ulsan Institute of Health and Environment, Ulsan 680-042, Korea

*Gyeongnam Institute of Health and Environment, Changwon 641-241, Korea

**Division of Life Sciences, Kyungnam University, Masan 631-701, Korea

Abstract

This study was carried out to determine the composition of fatty acids from the samples such as Korean and Chinese sesame oils and adulterated sesame oils with commercial edible oils including soybean and corn oils collected in Gyeongnam area. The fatty acid composition of sesame oils extracted from commercial Korean and Chinese sesame showed similar pattern except the result that Korean sesame oils contained lower levels of palmitic acid, stearic acid and higher level of linolenic acid than Chinese sesame oils. In adulterated sesame oils with commercial soybean oil, the composition of linolenic acid was increased $0.73 \pm 0.05\%$, $1.25 \pm 0.04\%$ by adding of commercial soybean oil, 3%, 9%, respectively. And that of the linoleic acid was $50.22 \pm 0.06\%$, $51.14 \pm 0.05\%$ by 5%, 9% addition of commercial corn oil, respectively. From these results, sesame oils and adulterated sesame oils with commercial edible oils will be verified by the composition analysis of fatty acids.

Key words: Korean sesame oils, Chinese sesame oils, adulterated sesame oils, fatty acid

서 론

참깨(*Sesamum indicum* L.)는 호마과(Pedaliaceae) 호마속(*Sesamum*)에 속하는 열대, 아열대 초본식물의 종자로 참기름은 이를 볶아 압착 추출하여 채취한 기름으로서 영양가가 높고, 볶음 과정에서 고유의 독특한 향과 맛으로 인하여 우리나라와 인도 등 아시아에서 오래 전부터 음식 조리에 이용되는 식물성 유지이다(1). 또한 sesamin, sesamol, sesamolol, tocopherol 등의 천연 항산화 물질을 풍부하게 함유하고 있어 식물성 유지 중에서 산화 안정성이 높고(2,3), oleic acid와 linoleic acid와 같은 불포화 지방산을 다량 함유하고 있어 영양학적으로도 우수한 유지로서(4), 마아가린 및 쇼트닝 등의 조리유로도 널리 이용되고 있다(5). 이러한 이유로 인해 국내에서 참기름의 수요는 계속 증가하는 추세에 있고, 국내산 참기름에 값싼 다른 식용유지를 첨가하거나 외국산 참기름을 국내산 참기름으로 둔갑시켜 부정하게 유통하는 등 사회적 물의를 일으킨 사례도 있었다(6,7).

참기름에 대한 시험방법에는 산가, 요오드가 등에 대한 일반 시험법(8)과 순도 시험을 측정하는 방법으로는 Villav-ecchia-Suarez test에 따른 흡광도와 그 농도 사이의 관계를 조사하는 방법(9), 비비누화물 중의 각종 sterol 함량비를 측정하는 방법(10), sesamolol을 산으로 가수분해할 때 생성되는 sesamol의 페놀성 hydroxyl 기와 furfural 등과의 사이에서 일어나는 정색반응에 의한 방법(11), sesamin 함량을 측정하는 방법(12), 지방산 조성을 분석하는 방법(13) 등 여러 가지 방법이 연구되고 있으나 변조된 참기름은 쉽게 판별되고 있지 않는 실정이다.

이에 본 연구에서는 참기름의 순도를 측정하기 위하여 경남 도내에서 유통 중인 국내산 참깨 및 참기름과 중국산 참깨 및 참기름 각각 30건과 콩기름과 옥수수기름 등 다른 식용유지를 첨가하여 변조한 참기름 14건에 대한 지방산 함량을 비교 분석하여 참기름의 품질 평가에 대한 기초적 자료를 얻고자 하였다.

†Corresponding author. E-mail: yihwang@kyungnam.ac.kr
Phone: 82-55-249-2685. Fax: 82-55-249-2995

재료 및 방법

실험재료

경남지역에서 유통되고 있는 국내산 참깨 및 참기름 30건과 중국산 참깨 및 참기름 30건을 구입하여 실험하였으며, 콩기름과 옥수수기름은 국내의 D사에서 생산되는 제품을 사용하였다

분석시약

본 실험에 사용된 palmitic acid, heptadecanoic acid methyl ester, stearic acid, oleic acid, linoleic acid, linolenic acid, arachidic acid 등의 지방산 표준품은 Sigma(St. Louis, MO, USA)제품을 구입하여 사용하였다. 유도체화 과정에 필요한 sodium hydroxide, methanol 등 기타 시약들은 HPLC 등급을 사용하였다.

참기름 및 변조유 조제

국내산 참깨와 중국산 참깨로부터 참기름의 높은 수율을 위하여 Ha와 Kim(14)의 방법을 변용하였으며, 참깨 약 200 g을 표준체에 담아 210°C로 조절된 열풍건조기에서 10분간 처리한 후 즉시 꺼내어 실온에서 냉각 후 냉각된 참깨를 착유기(HOE-2000, Hanil Co.)를 사용하여 가열 압축방법으로 참기름을 제조하였다.

변조유 조제는 콩기름과 옥수수기름을 국산 참기름에 각각 1, 3, 5, 7, 9, 11%되게 조제하여 교반 후 바로 검체로 사용하였다.

분석기기

지방산 분석을 위한 gas chromatography(Hewlett Packard 5890 series II, USA, 이하, GC) 및 분석조건은 Table 1과 같다.

지방산 분석

지방산 분석은 GC에 의한 정량법(8,15)에 준하여 실시하였다. 100 mL 환저 플라스크에 표준품과 참기름 및 변조유를 각각 정밀히 취하여 0.5 N NaOH/methanol을 4 mL 가한 후 100°C 수욕 상에서 30분간 환류냉각기를 통해 비누화시켰다. 이 후 14% BF₃용액 5 mL를 환류냉각기를 통하여 가하고 다시 2분간 반응시켜 methyl ester시켰다. 여기에 0.1% hep-

tadecanoic acid methyl ester(internal standard, 이하 I.S)가 첨가된 n-heptane 5 mL를 환류냉각기를 통하여 가하고 1분간 가열 처리한 후, NaCl 포화용액을 환류냉각기를 통하여 가하고 환류냉각기를 제거하였다. 다시 NaCl 포화용액을 100 mL 환저 플라스크에 가하여 n-heptane층이 플라스크의 목 부분까지 이르게 한 후 n-heptane층을 취하였다. 여기에 소량의 무수 황산나트륨을 넣어 잠시 방치 후 상층을 aluminum seal vial에 취하여 질소가스를 불어넣어 뚜껑을 하여 GC에 1 μL씩 주입하였다. 지방산 함량은 3회 반복 실험하여 I.S 함량과 비교하여 산출하였다.

실험결과는 평균치와 표준편차로 나타내었고, 각 실험간의 유의성 검정은 $\alpha < 0.05$ 수준에서 Student t-test를 이용하여 비교하였다.

결과 및 고찰

참기름의 지방산 조성

국내산 참기름, 중국산 참기름에 대한 지방산의 GC chromatogram은 Fig. 1과 Fig. 2에 나타내었으며 각 검체별 평균 함량은 Table 2에 나타내었다.

국내산 참기름의 주요 지방산 평균 함량은 palmitic acid

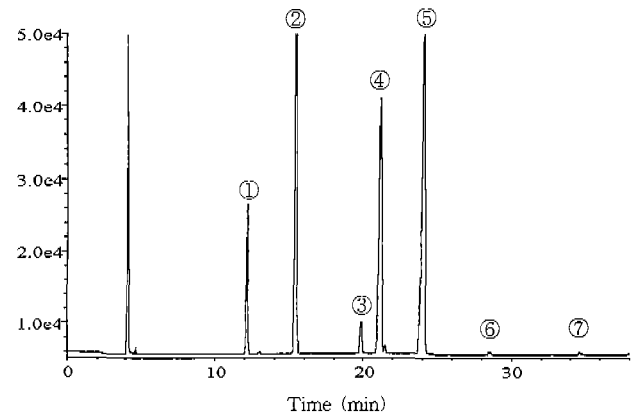


Fig. 1. GC chromatogram of fatty acid methylester extracted from Korean sesame oil. ① palmitic (C₁₆:0), ② I.S (C₁₇:0), ③ stearic (C₁₈:0), ④ oleic (C₁₈:1n9c), ⑤ linoleic (C₁₈:2n6c), ⑥ linolenic (C₁₈:3n3), ⑦ arachidic (C₂₀:0).

Table 1. Operating conditions for gas chromatography

Items	Operating conditions
Model	HP 5890 series II
Column	Capillary Omega-wax TM 320 (30 m×0.32 mm I.D.)
Oven temperature	195°C (4 min) to 250°C (5 min) at 4°C/min
Injector temperature	240°C
Detector temperature	250°C
Carrier gas	Nitrogen, 25 mL/min (195°C)
Detector	FID
Injection	1 μL

Table 2. Comparison of the average fatty acid composition in each 30 samples of Korean and Chinese sesame oil

Fatty acids	Relative composition (%)	
	Korean sesame oil	Chinese sesame oil
Palmitic acid (C _{16:0})	8.26 ± 0.04 ¹⁾	9.24 ± 0.03
Stearic acid (C _{18:0})	4.57 ± 0.05	5.11 ± 0.04
Oleic acid (C _{18:1})	39.25 ± 0.05	38.65 ± 0.04
Linoleic acid (C _{18:2})	46.82 ± 0.07	46.02 ± 0.06
Linolenic acid (C _{18:3})	0.52 ± 0.02	0.42 ± 0.04
Arachidic acid (C _{20:0})	0.58 ± 0.03	0.56 ± 0.04

¹⁾All values are mean ± SD.

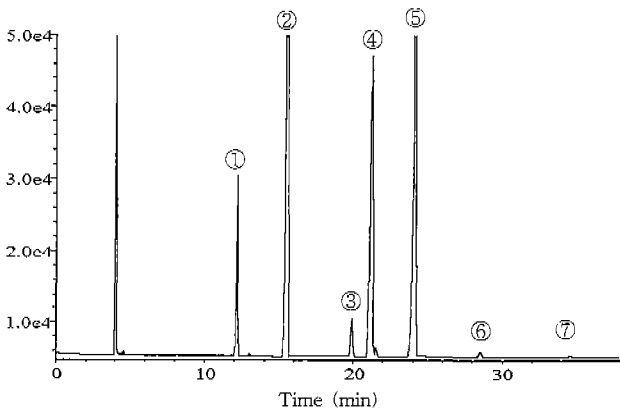


Fig. 2. GC chromatogram of fatty acid methylester extracted from Chinese sesame oil.
 ① palmitic (C_{16:0}), ② I.S (C_{17:0}), ③ stearic (C_{18:0}), ④ oleic (C_{18:1n9c}), ⑤ linoleic (C_{18:2n6c}), ⑥ linolenic (C_{18:3n3}), ⑦ arachidic (C_{20:0}).

(C_{16:0}) 8.26±0.04%, stearic acid(C_{18:0}) 4.57±0.05%, oleic acid (C_{18:1}) 39.25±0.05%, linoleic acid(C_{18:2}) 46.82±0.07%, linolenic acid(C_{18:3}) 0.52±0.02%, arachidic acid(C_{20:0}) 0.58±0.03% 등으로 나타났으며, 중국산 참기름의 주요 지방산 평균 함량은 palmitic acid 9.24±0.03%, stearic acid 5.11±0.04%, oleic acid 38.65±0.04%, linoleic acid 46.02±0.06%, linolenic acid 0.42±0.04%, arachidic acid 0.56±0.04% 등으로 나타났다.

이와 같은 참기름의 지방산 조성에 대한 결과는 Yoo 등(16), Ser 등(17), Yoo 등(18)과 Moon 등(19)의 보고와도 유사하였으며, 국내산과 중국산 참기름에 대한 대표적인 지방산 유형은 매우 유사한 경향을 보였다(GC chromatogram 결과 미제시).

그러나 지방산 평균 조성에 있어 국내산 참기름에서는 포화 지방산인 palmitic acid와 stearic acid가 중국산 참기름보다 적게 함유되어 있었고 불포화 지방산인 linolenic acid는 반대로 많이 들어 있었다. 이러한 결과는 Ser 등(17)이 국내산 참기름에서 palmitic acid 8.01%, stearic acid 4.73% 그리고 linolenic acid 0.44%의 조성과 중국산 참기름에서 palmitic acid 8.65%, stearic acid 5.14% 그리고 linolenic acid 0.32%의 조성을 보였다는 보고와 일치하였다.

콩기름이 첨가된 변조 참기름의 지방산 조성

국내산 참기름에 D사에서 제조된 콩기름을 각각 1, 3, 5,

7, 9, 11%씩 첨가하여 변조한 참기름에 대한 지방산 평균 함량은 Table 3에 나타내었다. 콩기름과 참기름의 지방산 조성 중 평균 함량을 비교해보면 oleic acid는 참기름에 약 39.3% 인데 비하여 콩기름에는 약 21.6% 함유되어 있었고, linoleic acid는 참기름에 약 46.8%, 콩기름에는 약 57.0% 함유되어 있었다. 특히, linolenic acid는 참기름에 약 0.5%, 콩기름에 약 7.3% 함유되어 있어 GC chromatogram에서 육안으로도 구별할 수 있었다(결과 미제시). 이러한 결과는 Yoo 등(16)이 보고한 콩기름의 지방산 함량인 linolenic acid 6.4%와 oleic acid 23.6%와 유사하였다.

콩기름을 첨가하여 변조한 참기름과 국내산 참기름의 지방산 조성을 비교했을 때 Table 3에서 보는 바와 같이 콩기름 함량을 3%로 변조한 참기름은 linolenic acid 함량에서부터 높아지는 변화를 나타내었다. 국내산 및 중국산 참기름의 linolenic acid 평균 함량이 약 0.5%인 것에 비해 3%로 변조한 참기름의 경우 0.73%, 5%로 변조한 참기름은 0.86%, 7%로 변조한 참기름은 1.04%로 차츰 증가함을 보였다. 이러한 결과는 Park 등(20)이 보고한 10%로 변조한 참기름에서 1.1%, 40%로 변조한 참기름에서 2.2%의 linolenic acid 변화와 유사한 경향을 보였다. 아울러 stearic acid, oleic acid, arachidic acid도 콩기름의 첨가 농도가 높아질수록 함량의 변화가 일어남을 확인할 수 있었다.

이처럼 콩기름을 첨가하여 변조한 참기름은 linolenic acid의 함량만을 비교함으로써 구별할 수 있으리라 사료된다.

옥수수기름이 첨가된 변조 참기름의 지방산 조성

국내산 참기름에 D사에서 제조된 옥수수기름을 각각 1, 3, 5, 7, 9, 11%씩 첨가하여 변조한 참기름에 대한 지방산 평균 함량은 Table 4에 나타내었다. 옥수수기름과 참기름의 지방산 조성 중 평균 함량을 비교해보면 stearic acid는 참기름에 약 4.6%인데 비하여 옥수수기름에는 약 1.5% 함유되어 있었고, linolenic acid는 참기름에 약 0.5%, 옥수수기름에 약 2.0% 함유되어 있었다. 특히, linoleic acid는 참기름보다 옥수수기름에 약 1.4배 정도 많이 함유되어 있었다.

이러한 결과는 Park 등(20)의 결과와 유사함을 보였다. 옥수수기름으로 변조한 참기름과 국내산 및 중국산 참기름의 지방산 조성을 비교했을 때 Table 4에서 보는 바와 같이 옥수수기름 함량을 5%로 변조한 참기름의 linoleic acid함량에서부터 증가되는 변화를 나타내었다. 국내산 참기름의 linoleic

Table 3. Comparison of the fatty acid composition in Korean sesame oils added with different volumes of commercial soybean oil

Fatty acids	Relative composition (%)						
	1%	3%	5%	7%	9%	11%	100%
Palmitic acid (C _{16:0})	8.67±0.13	8.78±0.05	8.79±0.03	8.82±0.04	8.84±0.06	8.89±0.03	9.82±0.07
Stearic acid (C _{18:0})	4.41±0.08	4.01±0.05	3.95±0.02	3.82±0.04	3.81±0.04	3.77±0.04	3.90±0.03
Oleic acid (C _{18:1})	35.74±0.05	35.55±0.09	35.42±0.04	35.14±0.03	34.44±0.06	33.81±0.04	21.64±0.05
Linoleic acid (C _{18:2})	50.18±0.09	50.52±0.06	50.59±0.02	50.80±0.05	51.28±0.03	51.70±0.03	57.02±0.05
Linolenic acid (C _{18:3})	0.56±0.06	0.73±0.05	0.86±0.04	1.04±0.03	1.25±0.04	1.45±0.04	7.29±0.06
Arachidic acid (C _{20:0})	0.44±0.05	0.41±0.03	0.39±0.03	0.38±0.03	0.38±0.04	0.38±0.04	0.33±0.03

Table 4. Comparison of the fatty acid composition in Korean sesame oil added with different volumes of commercial corn oil

Fatty acids	Relative composition (%)						
	1%	3%	5%	7%	9%	11%	100%
Palmitic acid (C _{16:0})	8.56±0.03	8.61±0.04	8.74±0.02	8.74±0.05	8.77±0.04	8.82±0.05	9.71±0.03
Stearic acid (C _{18:0})	4.92±0.04	4.86±0.03	4.01±0.03	3.94±0.05	3.89±0.03	3.86±0.03	1.51±0.04
Oleic acid (C _{18:1})	38.86±0.05	38.60±0.03	36.01±0.04	35.49±0.07	35.05±0.09	34.70±0.04	22.44±0.04
Linoleic acid (C _{18:2})	46.61±0.04	46.88±0.04	50.22±0.06	50.80±0.05	51.14±0.05	51.48±0.04	64.02±0.07
Linolenic acid (C _{18:3})	0.47±0.04	0.47±0.02	0.47±0.03	0.52±0.02	0.68±0.06	0.74±0.04	2.03±0.04
Arachidic acid (C _{20:0})	0.58±0.03	0.58±0.05	0.55±0.03	0.51±0.04	0.47±0.03	0.40±0.05	0.29±0.03

acid 함량이 46.82±0.07%인데 비해 5%로 변조한 참기름은 50.22±0.06%로 나타났다. 또한 oleic acid 및 linolenic acid도 옥수수기름의 첨가량에 따라 변화함을 알 수 있었다.

이처럼 옥수수기름을 첨가하여 변조한 참기름은 linoleic acid의 함량을 비교함으로써 진위여부를 쉽게 구별할 수 있으리라 사료된다.

요 약

경남 도내에서 유통 중인 국내산 참기름과 중국산 참기름 각각 30건과 콩기름 및 옥수수기름 등의 식용유지를 첨가하여 변조한 참기름 12건에 대한 지방산 함량을 GC에 의한 정량법으로 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 국내산 참기름의 주요 지방산 평균 함량은 palmitic acid 8.26±0.04%, stearic acid 4.57±0.05%, oleic acid 39.25±0.05%, linoleic acid 46.82±0.07%, linolenic acid 0.52±0.02%, arachidic acid 0.58±0.03% 등으로 나타났으며, 중국산 참기름은 palmitic acid 9.24±0.03%, stearic acid 5.11±0.04%, oleic acid 38.65±0.04%, linoleic acid 46.02±0.06%, linolenic acid 0.42±0.04%, arachidic acid 0.56±0.04% 등으로 각각 나타났다. 국내산 참기름은 포화 지방산인 palmitic acid와 stearic acid가 중국산 참기름보다 적게 함유되어 있었고 불포화 지방산인 linolenic acid는 반대로 많이 함유되어 있었다. 국내산 참기름에 콩기름을 0%, 3%, 9%씩 첨가했을 때 불포화지방산인 linolenic acid가 각각 0.52±0.02%, 0.73±0.05%, 1.25±0.04%로 현저히 증가되었으며, 옥수수기름을 0%, 5%, 9%씩 첨가했을 때는 불포화지방산인 linoleic acid의 함량이 각각 46.82±0.07%, 50.22±0.06%, 51.14±0.05%로 증가됨이 확인되었다. 참기름의 산지별 확인과 식용유지를 첨가한 변조참기름에 대해서는 각각의 지방산 함량에서 특이성을 보이고 있으나 일부지역에서 구입한 국내산과 중국산 참기름에서 유사한 결과치를 보여 앞으로 국내에서 유통되는 참깨나 참기름에 대하여 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

문 헌

1. <http://kr.encycl.yahoo.com/final.html?id=144716>
2. Hwang, K.S., Nam Y.J. and Min, B.Y. : Quality evaluation of sesame oil by high performance liquid chromatography. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **16**, 348-352 (1984)
3. Budowski, P. : Recent research on sesamine, sesamoline, and related compound. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **41**, 280-285 (1964)
4. Spencer, G.F., Herb, S.F. and Gormisky, P.J. : Fatty acid composition as a basis for identification of commercial fats and oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **53**, 94-98 (1976)
5. Lyon, C.K. : Sesame, current knowledge of composition and use. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **49**, 245-249 (1972)
6. http://news.mbc.co.kr/cgi-bin/odb-get.exe?WIT_Template=news_desk_sub&WIT_oid=MbcCF::Mbcnews::48765
7. <http://knews.kbs.co.kr/news9/20000824/2000082401.htm>
8. KFDA: *Korean Food Code* (a separate volume). Munyoungsa, Seoul, p.22-25 (2000)
9. Carlos, S.C., O'conner, R.T., Field, E.T. and Bichfold, W.G. : Determination of sesamol, sesamolin, and sesamin in sesamin, concentrates and oils. *Anal. Chem.*, **24**, 668-672 (1952)
10. Ro, I.H. and Chung, H.S. : Studies on the sterol of sesame oil sold in markets and used in restaurant. *Korean J. Nutr.*, **13**, 159-166 (1980)
11. Suzuki, K., Tsukamoto, S. and Yamashita, T. : Color reaction and detection of sesame oil. *Yukagaku*, **33**, 166-169 (1984)
12. Yoo, Y.C., Chung, H.S., Lim, M.A., Jin, Y.B., Lee, H.S. and Park, Y.S. : Experimental survey on different kinds of vegetable oils in contaminated sesame oil (II): The contents of sesamin. *Annual Report of N. I. S. I.*, **16**, 91-98 (1984)
13. Metcalf, L.D., Schmitz, A.A. and Pelka, J.R. : Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. *Anal. Chem.*, **38**, 514-517 (1966)
14. Ha, J.H. and Kim, D.H. : Changes in the physico-chemical properties of the meals from the defatted sesame seeds at various roasting temperature and time. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **28**, 246-252 (1996)
15. Cheon, S.J., Lim, Y.H. and Song, I.S. : Detection of adulteration of sesame oil (II). Chromatographic determination of rape seed oil in sesame oil. *Kor. J. Food Hygiene*, **3**, 105-109(1988)
16. Yoo, Y.C., Lee, W.K., Chung, H.S., Lim, M.A., Nam, J.K. and Choi, T.H. : Experimental survey on different kinds of vegetable oils in contaminated sesame oil (III) : The contents of fatty acid. *Annual Report of N. I. S. I.*, **16**, 99-110 (1984)
17. Ser, J.H., Kim, J.L., Lee, G.D. and Kwon, J.H. : Comparison of major components of sesame oil extracted from Korean and Chinese sesames. *J. Fd. Hyg. Safety*, **11**, 215-220 (1996)
18. Yoo, Y.C., Chung, H.S., Lim, M.A., Jin, Y.B., Lee, H.S. and Park, Y.S. : Determination of the adulteration of sesame oils sold in markets by gas chromatography. *Kor. J. Food Hygiene*, **7**, 29-36 (1992)
19. Moon, J.J., Ahn, J.S., Lee, J.O., Kwak, I.S., Jang, Y.M., Yang, W.Y., Joo, B.G., Jeong, J.C. and Lee, K.H. : Studies on the quality control of edible oil (I). *Report of NIH Korea*, **23**, 611-622 (1986)
20. Park, J.H., Kim, S.C., Cho, S.W., Kim, E.S., Choi, K.C., Kim, Y.K. and Rhim, T.K. : Studies on quality evaluation of current sesame oils sold in markets. *Kor. J. Food Hygiene*, **6**, 57-66 (1991)

(2001년 9월 3일 접수; 2001년 11월 30일 채택)