

## 참기름 혼합유의 산화안정성

맹 영 선 · 박 혜 경

한림대학교 한국영양연구소

### Oxidative Stability of Sesame Blended Oils

Young Sun Maeng and Hye Kyung Park

*Korea Nutrition Institute Hallym University*

#### Abstract

In the present study, an attempt was made to investigate the oxidative stability of the various sesame blended oils. Sesame blended oils were prepared by mixing sesame oil with various vegetable oils (soybean oil, corn oil, ricebran oil, rapeseed oil, cottonseed oil, and perilla oil) in a ratio of 3:7 (w/w). Fatty acid composition and some of physico-chemical characteristics of the sesame blended oils and vegetable oils including sesame oil were determined before the oxidation experiments. The fatty acid compositions and the physico-chemical characteristics of the vegetable oils changed by blending the oils with sesame oil and the extent of change varied with the type of oil. Particularly, the iodine value of the vegetable oils decreased significantly by sesame oil blending. The sesame blended oils and the vegetable oils including sesame oil were oxidized at 45°C for 25 days in a dark place, and at 35°C for 12 days under the irradiation of incandescent electric lamp (40 W). During the oxidation, some physico-chemical characteristics of the oils were determined to evaluate the oxidative stability. Based on the changes of peroxide values, the oxidative stability of the vegetable oils was improved by sesame oil blending.

#### 서 론

국내에서 생산되거나 수입되어 실제로 국내에서 유통되는 식물성 기름에는 여러가지 종류가 있으며, 이들 식용유는 그 열량에 있어서는 서로 같지만, 지방산의 조성 및 미량 함유성분의 차이로 말미암아 그 물성, 향미 및

산화안정성 등에 다소간의 차이를 나타내고 있다.

우리나라에서 생산되는 유지에는 참기름, 들기름, 유채유, 미강유, 옥배유, 면실유 및 고추씨유 등의 식물성 기름과 소량의 어유가 있으며, 연간 생산량은 매년 약간의 기복은 있으나, 약 4만톤의 수준에 머무르고 있다. 1985년도의 식품수급표를 보면, 연간 총 식용유지 공급량은 379,000톤으로 307,000톤(81%)의 식물성 기름과

72,000톤(19%)의 동물성 기름으로 구성되어 있다<sup>1)</sup>.

같은 해의 국내 유지 생산량이 44,279톤이었으니, 30여만톤에 달하는 유지를 수입한 셈이며, 우리나라의 식용유지 자급율은 11.7%로 계산된다. 국내의 유지생산량이 이렇게 저조한 이유는 제한된 경작면적에서 타 식량작물과 유지작물의 생산이 경합되기 때문이며, 또한 국내에서 생산되는 유지작물의 가격이 수입원료보다 높기 때문이다<sup>2)</sup>.

한편, 국내에 수입되는 유지에는 두가지 형태가 있는데, 그 하나는 유지의 형태로 가공된 것을 수입하는 경우와 다른 하나는 원료를 수입하여 국내에서 유지를 추출, 가공하는 경우이다. 전자에 속하는 것에는 팜유, 야자유, 우지 등이 있고, 후자에 속하는 것에는 대두유, 참기름등이 있다.

참기름은 중국에서 전래된 참깨(*Sesamum indicum* L.)에 함유된 기름 성분을 압착등의 방법으로 추출한 것으로<sup>3)</sup>, 강력한 항산화 효과를 갖고 있는 것으로 보고되고 있는 sesamol, sesamol인 및 sesamin등의 성분을 함유하고 있으며, 필수지방산인 리놀레인산의 함량이 50% 이상이므로 영양가가 높고 향미가 좋기 때문에 조미료로서 그 선호도가 높다<sup>4,5)</sup>.

우리나라는 매년 약 8,000톤의 참깨를 외국에서 수입하고 있으며, 이것은 약 600만불에 해당하는 금액이다<sup>2)</sup>. 또한, 다른 식용유지는 리터당 약 1,500~1,700원 정도인데 비하여, 참기름은 리터당 17,000원 정도로 그 값이 매우 비싸다. 이와 같이 참기름의 가격이 다른 기름보다 비싸기 때문에 참기름은 값이 싼 다른 기름에 의해 변조되기 쉬우며, 또한 거의 소규모적으로 제조되고 있어 그 품질이 균일하지 않기 때문에 참기름의 진위판별이 어려운 실정이다.

한편, 참기름의 진위판별에 대한 시험방법으로는 지방산을 분석하는 방법<sup>6~9,17)</sup>, sterol을 분석하는 방법<sup>10~12,17)</sup>, sesamol, sesamol인, sesamin등의 함량을 분석하는 방법<sup>14~17)</sup> sesamol의 정색반응을 이용하는 방법<sup>13)</sup>과 triglyceride의 조성을 분석하는 방법<sup>18~21)</sup>등이 보고되고 있다. 그러나 참기름의 지방산, sterol 및 triglyceride 조성은 다른 식물성 기름과 유사성이 많으며, 또한 산패에 의하여 변화되므로 이러한 성분들의 분석으로 참기름의 진위를 판별하는 일은 보다 많은 연구가 필요한 듯 하다.

현재의 유지 소비량의 증가추세로 보아 우리나라의 식

용유지 자급율은 계속 저하될 전망이며, 따라서 국내 부존 식용유지 자원의 최대 활용 및 증산을 위한 적절한 대책이 요망된다. 또한, 수입되는 유지의 물리화학적 특성, 영양 및 가격 등을 검토하여, 보다 경제적이고 보다 효율적으로 유지를 이용해야 할 것으로 생각된다.

만일, 한 식용유지의 물리화학적 특성 및 산화안정성 등이 두가지 식용유지를 혼합하였을 때 개선될 수 있다면, 혼합유의 제조는 바람직하다고 볼 수 있다<sup>22)</sup>. 실제로 식품가공업체에서는 두가지 이상의 식용유지를 혼합하여 사용하고 있으며, 그 이유는 혼합유의 사용이 제품의 물성, 저장안정성 및 가격 등에서 보다 우수하고 유리하기 때문이라고 한다.

우리나라의 경우, 혼합유에 관한 연구는 1980년대에 들어와서 시작되었으며, 팜유와 우지 등 고체기름에 유채유, 미강유, 대두유 등을 혼합하여 주로 인스턴트 식품인 라면의 튀김유로서의 적성을 보고한 것이 거의 대부분이다<sup>23~26)</sup>.

참기름 혼합유는 잠정적으로는 사용되고 있었지만, 식품위생법상 규제를 받지 않은 탓으로 신선하지 않은 기름, 심지어는 폐유까지 혼합되어 사회적으로 물의를 일으키기까지 하였다. 혼합유를 법적으로 허용할 때, 성분배합비율의 허위표시등 몇가지 문제점이 발생할 수 있으나 혼합유의 허가는 필요하다고 생각된다. 우리나라에서도 1989년부터 혼합유의 제조가 허가되었지만, 참기름과 들기름의 혼합유 제조는 제외되었다.

본 연구에서는 참기름과 다른 식물성 기름을 혼합한 참기름 혼합유의 지방산조성, 물리화학적 특성 및 그 산화안정성을 조사하였다.

## 실험 재료

본 실험에 사용된 시료유지는 다음과 같다. 즉, 참기름과 들기름은 충청남도 홍성군에서 생산된 참깨와 들깨를 수확 즉시 구입하여, 선별, 세척, 건조한 후 서울시내 소재의 기름집에서 압착법에 의하여 착유된 것을 사용하였으며, 대두유(동방유량 주식회사), 옥수수유(두산곡산 주식회사), 유채유(동방유량 주식회사), 미강유(신양현미유 주식회사)와 면실류(동방유량 주식회사)는 서울시내 소재의 슈퍼마켓에서 시판되는 것을 구입하여 실험에 사용하였다. 이들 유지는 구입 즉시 냉장고에 저장하여 필요에 따라 사용하였다.

실험 방법

1. 참기름 혼합유의 조제

참기름 혼합유는 다음과 같이 조제하였다. 즉, 참기름과 다른 식물성 기름을 각각 3:7의 중량비로 혼합한 후, 자석교반기(Magnetic stirrer)에서 10분동안 교반하여 조제하였다. 조제된 참기름 혼합유는 다음과 같다. 즉, 참기름:대두유(Sesoybean oil), 참기름:옥수수유(Secorn oil), 참기름:미강유(Sericebran oil), 참기름:유채유(Serapeseed oil), 참기름:면실유(Secottonseed oil) 및 참기름:들기름(Sepe) 등이다. 참기름 혼합유는 산화안정성 실험직전에 조제하여 사용하였다.

2. 지방산 조성의 분석

참기름을 비롯한 각종 식물성 기름과 조제된 참기름 혼합유들을 Metcalf등의 방법<sup>27)</sup>으로 메틸 에스터화시킨 다음 AOAC법<sup>28)</sup>에 의하여 Gas chromatography (GC)로 분석하였다. 사용된 GC의 장치 및 분석조건은 Table 1과 같았으며, 참기름을 비롯한 각종 식물성 기름과 참기름 혼합유의 지방산 조성은 Table 2와 같았다.

Table 1. Specification and operating conditions of the gas chromatograph used

Instrument	: Hitach 163 GC
Detector	: Flame ionization detector
Colum	: 10% DEGS-X on 60-80 mesh shimalite WAW, DMCS, 3mm x 2m
Injection temp.	: 210°C
Column temp.	: initial temp. 130°C final temp. 195°C temp. gradient 2°C/min
Carrier gas flow rate	: N <sub>2</sub> , 44ml/min
Injection volume	: 2 microliter

다.

3. 물리화학적 특성의 측정

참기름을 비롯한 각종 식물성 기름과 조제된 참기름 혼합유의 물리화학적 특성을 산화안정성 실험 직전에 측정하였으며, 측정된 결과는 Table 3과 같았다.

이들 유지의 요오드가는 AOAC-Wijs법<sup>29)</sup>에 의하여 측정하였으며, 유리지방산가는 Pearson이 제안한 방법<sup>30)</sup>에 따라 측정하였다. 한편 이들 시료유지의 굴절율은 Abbe Refractometer (model No. 16093, Erma

Table 2. Fatty acid composition of the oils used in this study

Oils	Fatty acid component (area %)										O/L <sup>3)</sup>	UR <sup>4)</sup>
	C14:0 <sup>1)</sup>	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0	C20:1	C22:1	UK <sup>2)</sup>		
Sesame oil	—	8.8	4.9	43.9	41.1	0.4	—	—	—	0.9	1.1	6.2
Soybean oil	0.1	10.5	3.7	22.6	55.1	8.0	—	—	—	—	0.4	6.0
Sesoybean oil	—	9.5	3.7	26.9	48.2	5.3	—	—	—	6.5	0.6	6.1
Corn oil	—	16.9	3.3	29.5	49.4	0.9	—	—	—	—	0.6	4.0
Secorn oil	—	14.4	4.3	32.6	47.7	1.1	—	—	—	—	0.7	4.4
Ricebran oil	0.4	17.5	1.4	32.1	47.6	0.8	0.2	—	—	—	0.7	4.3
Sericebran oil	—	14.9	2.9	35.6	44.0	0.6	—	—	—	—	0.8	4.5
Rapeseed oil	—	3.9	1.5	29.3	19.1	7.7	—	8.0	28.9	0.7	1.5	10.4
Serapeseed oil	—	5.4	2.3	34.5	26.6	5.3	—	4.5	20.6	0.6	1.3	8.6
Cottonseed oil	5.9	22.6	1.1	11.1	58.2	0.7	—	—	—	0.4	0.2	3.0
Secottonseed oil	0.6	16.9	2.9	26.4	52.2	0.5	—	—	—	0.2	0.5	4.0
Perilla oil	—	9.8	2.6	25.3	16.8	45.5	—	—	—	—	1.5	7.1
Seperilla oil	—	6.8	2.7	27.9	21.0	41.7	—	—	—	—	1.3	9.5

1) The first digits denote the number of carbon atoms in the fatty acid, the last digit the number of double bonds.

2) Unknown compounds 3) oleic acid/linoleic acid

4) Unsaturation ratio = (C<sub>18:1</sub> + C<sub>18:2</sub> + C<sub>18:3</sub>) / (C<sub>16:0</sub> + C<sub>18:0</sub>)

Table 3. Some physico-chemical characteristics of the oils prior to oxidation

Oils	Values	Iodine Value <sup>1)</sup>	Refractive Index <sup>2)</sup>	Free Fatty Acid Value <sup>3)</sup>	Dielectric Constant <sup>4)</sup>
Sesame oil		111.7	1.4706	0.50	2.42
Soybean oil		135.3	1.4721	0.03	2.20
Sesoybean oil		124.0	1.4720	0.16	2.27
Corn oil		128.4	1.4721	0.04	2.55
Secorn oil		121.6	1.4719	0.23	2.55
Ricebran oil		116.1	1.4710	0.12	2.54
Sericebran oil		111.2	1.4709	0.23	2.46
Rapeseed oil		108.7	1.4704	0.07	0.48
Serapeseed oil		106.9	1.4705	0.23	1.08
Cottonseed oil		120.1	1.4705	0.05	2.36
Secottonseed oil		113.5	1.4705	0.32	2.37
Perilla oil		196.8	1.4788	0.23	3.70
Seperilla oil		158.8	1.4765	0.20	3.27

1) Iodine value was determined by the AOA C-Wijs method<sup>29)</sup>

2) Refractive index was measured at 25°C for the oils with an Abbe refractometer (Model No. 16093, Erma Optical Co., Japan) by the AOAC method 28.006<sup>31)</sup>

3) Free fatty acid value was determined by the method described by Pearson<sup>30)</sup>

4) Dielectric constant was measured with a Foodoil-Sensor (Northern Instrument Co., Linolakes, MN, U.S.A.).

Optical Co., Japan)를 사용하여 25°C에서 AOAC방법 28.006<sup>31)</sup>에 준하여 측정하였으며, 유전상수는 Foodoil-Sensor (Northern Instrument Co., Ltd., Linolakes, MN., USA)를 사용하여 측정하였다.

#### 4. 산화 안정성의 측정

참기름을 비롯한 각종 식물성 기름과 조제된 참기름 혼합유를 잘 교반한 후, 일정량씩 시험관(inside diameter: 1.1 cm)에 나누어 넣어 시험관대에 세워서 45°C로 조절된 항온기에서 25일동안 저장하였다. 한편, 광선의 영향을 알기 위하여, 40 W의 백열등이 부착된 35°C의 항온기에서 광원으로부터 30 cm의 거리에 시험관(inside diameter: 1.1 cm)에 나누어 넣은 같은 양의 동일 시료유지들을 시험관대에 세워서 12일 동안 저장하였다. 이때 모든 시료유지의 공기접촉면적은 0.19 cm<sup>2</sup>/g이었다.

각 시료유지의 산화의 진행정도는 각 시료의 과산화물가<sup>32)</sup>, 중량의 증가<sup>33)</sup>, 굴절율<sup>31)</sup> 및 유전상수를 정기적으로 측정하여 그 수치의 변화를 추적함으로써 추정하였다. 한편, 각 시료유지간의 산화의 진행정도는 주로 과산화물가의 변화를 비교함으로써 추정하였다.

### 결과 및 고찰

참기름을 비롯한 각종 식물성 기름과 조제된 참기름 혼합유의 45°C 암소에서 산화 및 광선 존재시 35°C에서의 산화의 진행정도는 저장기간 중의 각 시료유지의 과산화물가, 중량의 증가, 굴절율 및 유전상수를 정기적으로 측정하여 그 변화를 추적함으로써 추정하였다.

#### 1. 과산화물가의 변화

유지의 산패가 일어나는 시기는 산소의 흡수속도가 급격하게 증가하는 시기이며, 이 시기는 또한 과산화물의 생성속도가 급증하는 시기와 대략 일치한다. 따라서 산패가 발생하는 시기는 관능검사법 이외에도 산소의 흡수 속도 및 과산화물의 생성량을 수시로 측정함으로써 측정할 수 있다.

본 실험에서 산화된 시료유지들의 과산화물가의 변화는 Table 4와 같았다. Table 4에서 볼 수 있듯이 시료유지들의 과산화물가는 저장시간의 경과에 따라 전반적으로 증가하는 경향을 보였으며, 그 증가속도는 유지의 종류에 따라 서로 달랐다. 대조구인 참기름의 경우 45°C 암소에서의 산화를 동안 과산화물가의 변화는 관찰되지 않았으며, 35°C 광선존재하의 산화를 통해서도 과산화물가의 뚜렷한 증가는 관찰되지 않았다. 이러한 참기름의 산화안정성은 참기름 자체에 비교적 다량 함유된 sesamol등의 비감화물질에 기인하는 것으로 알려져 있다.

한편, 25일동안 45°C 암소에서 산화된 대두유, 옥수수유, 미강유, 유채유, 면실유 및 들기름의 과산화물가는 각각 46.2, 74.6, 85.1, 57.7, 96.6 및 43.4 meq/kg oil 이었으며, 30%의 참기름이 혼합된 대두유, 옥수수유, 미강유, 유채유, 면실유 및 들기름의 과산화물가는 각각 11.6, 15.0, 22.3, 8.7, 68.8 및 26.4 meq/kg oil을 나타내었다. 모든 참기름 혼합유에서 참기름 혼합에 의한 산화안정성의 개선을 볼 수 있었으며, 그 효과는 유채유의 경우 가장 큰 것으로 나타났다.

Table 4. Variations of peroxide value\* of the oils during oxidation

Oils	Autoxidation Time in Days					
	0	5	10	15	20	25
Sesame oil	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Soybean oil	0.3	0.3	10.2	20.7	31.1	46.2
Sesoybean oil	0.3	0.3	0.4	1.3	7.5	11.6
Corn oil	0.7	13.7	32.9	39.5	52.7	74.6
Secorn oil	0.3	1.6	4.1	2.7	9.5	15.0
Ricebran oil	2.3	6.8	22.7	39.7	54.3	85.1
Sericebran oil	0.6	2.1	4.5	5.2	12.2	22.3
Rapeseed oil	0.4	14.9	25.6	37.2	45.7	57.7
Serapeseed oil	0.3	0.3	0.6	2.6	4.1	8.7
Cottonseed oil	0.9	30.3	37.4	46.9	61.3	96.6
Secottonseed oil	0.6	8.2	16.8	33.9	44.4	68.8
Perilla oil	0.3	0.6	14.4	25.9	38.4	43.4
Seperilla oil	0.4	0.5	0.6	6.4	18.9	26.4

  

Oils	Photooxidation Time in Days				
	0	3	6	9	12
Sesame oil	0.3	1.4	0.3	2.2	0.1
Soybean oil	0.3	1.0	0.2	1.7	7.9
Sesoybean oil	0.3	1.7	0.9	2.3	5.2
Corn oil	0.7	5.0	3.1	12.9	16.4
Secorn oil	0.3	1.6	1.5	5.2	7.1
Ricebran oil	2.3	6.8	15.0	25.1	29.8
Sericebran oil	0.6	2.5	9.1	10.3	14.3
Rapeseed oil	0.4	2.7	2.1	9.7	15.5
Serapeseed oil	0.3	2.9	3.1	5.6	8.5
Cottonseed oil	0.9	7.0	16.8	24.8	29.6
Secottonseed oil	0.6	1.8	12.0	8.9	19.8
Perilla oil	0.3	3.7	9.0	14.0	18.0
Seperilla oil	0.4	1.9	5.2	9.5	12.7

\* Peroxide value (meq/kg oil) of the oils was determined by the method described by Riemenschneider et al.<sup>32)</sup>

12일동안 광선존재하에 산화된 대두유, 옥수수유, 미강유, 면실유, 유채유 및 들기름의 과산화물가는 각각 7.9, 16.4, 29.8, 15.5, 29.6 및 18.0 meq/kg oil이었으며, 참기름이 혼합된 대두유, 옥수수유, 미강유, 유채유 및 면실유와 들기름의 과산화물가는 각각 5.2, 7.1, 14.3, 8.5, 19.8 및 12.7 meq/kg oil이었다. 과산화물가의 변화를 통하여 볼 때 광선존재시, 참기름 혼합에

의한 각종 식물성 기름의 산화안정성 개선은 그다지 큰 것으로 볼 수 없었다.

한편, 이들 시료유지의 과산화물가가 15 meq/kg oil에 도달하는 데 걸리는 시간을 유도기간으로 하여 계산된 각종 시료유지의 유도기간은 Table 5와 같았다. 45°C 암소에서 산화된 시료유지의 유도기간은 대두유(14.7일) > 미강유(11일), 들기름(10.4일) > 옥수수유

Table 5. Induction periods\* of the oils during autoxidation at 45°C and photooxidation at 35°C

Oils	Autoxidation at 45°C	Photooxidation at 35°C
Soybean oil	14.7	22.8
Sesoybean oil	32.3	34.6
Corn oil	5.5	10.5
Secorn oil	25.0	25.4
Ricebran oil	11.0	6.0
Sericebran oil	24.6	12.6
Rapeseed oil	5.0	13.9
Serapeseed oil	43.1	21.2
Cottonseed oil	2.5	6.4
Secottonseed oil	9.2	15.2
Perilla oil	10.4	9.6
Seperilla oil	35.2	14.2

\* Induction period : The time in days required for a substrate to reach a peroxide value of 15.

(5.5일), 유채유(5.0일) > 면실유(2.5일) 순으로 나타났으며, 30%의 참기름이 혼합된 참기름 혼합유의 유도기간은 유채유(43.1일) > 들기름(35.2일), 대두유(32.3일) > 옥수수유(25일), 미강유(24.6일) > 면실유(9.2일) 순이었다.

광선존재하에 산화된 유지의 유도기간은 대두유가 22.8일로 가장 길었으며, 유채유(13.9일) > 옥수수유

(10.5일), 들기름(9.6일) > 면실유(6.4일), 미강유(6일) 순으로 단축되었다. 참기름이 혼합된 유지의 유도기간은 대두유가 34.6일로 가장 길었으며, 옥수수유(25.4일) > 유채유(21.2일) > 면실유(15.2일), 들기름(14.2일) > 미강유(12.6일)의 순이었다.

이와 같은 결과로 미루어 볼 때, 대두유, 옥수수유, 유채유, 면실유는 광선보다는 온도의 영향을 더욱 받는 것으로 생각되었으며, 미강유와 들기름의 경우에는 온도보다는 광선의 영향이 보다 큰 것으로 생각되었다. 대두유와 옥수수유는 참기름의 혼합에 의하여 상당한 산화안정성의 개선을 꾀할 수 있을 것으로 생각되며, 미강유의 경우에는 참기름의 혼합보다는 우선 광선의 차단, 즉 포장조건이 보다 중요한 것으로 생각되었다. 유채유의 경우, 참기름 혼합에 의한 암소에서 산화안정성의 개선은 놀랄만 하였지만, 광선존재하의 산화안정성은 크게 개선되지 않았다. 면실유의 경우에는 다른 기름에 비하여 그 유도기간이 상당히 짧았으며, 참기름의 혼합에 의하여 개선되기는 하였지만, 유도기간의 증가는 그다지 크지 않았다. 산화안정성이 거의 없는 것으로 알고 있었던 들기름의 경우, 오히려 옥수수유, 유채유, 면실유의 경우보다 유도기간이 길었다. 이와 같은 결과는 본 실험에 사용한 참기름과 들기름은 신선한 참깨와 들깨를 구입, 선별, 세척, 건조하여 착유한 후 즉시 사용하였기 때문인 것으로 사료되었다.

한편, 과산화물가와 저장시간과의 회귀분석 결과는 Table 6과 같았다. 회귀식에서 볼 수 있듯이, 참기름의

Table 6. Regression analyses of the peroxide values of the oils and storage days during autoxidation at 45°C and Photooxidation at 35°C

Oils	Autoxidation at 45°C	Photooxidation at 35°C
Soybean oil	$Y = 1.90X - 5.61$ ( $r = 0.975$ )	$Y = 0.53X - 0.96$ ( $r = 0.778$ )
Sesoybean oil	$Y = 0.45X - 2.08$ ( $r = 0.875$ )	$Y = 0.35X + 0.00$ ( $r = 0.864$ )
Corn oil	$Y = 2.82X + 0.46$ ( $r = 0.992$ )	$Y = 1.31X - 0.24$ ( $r = 0.926$ )
Secorn oil	$Y = 0.55X - 1.31$ ( $r = 0.910$ )	$Y = 0.57X - 0.30$ ( $r = 0.946$ )
Ricebran oil	$Y = 3.28X - 5.81$ ( $r = 0.977$ )	$Y = 2.44X + 1.14$ ( $r = 0.992$ )
Sericebran oil	$Y = 0.80X - 2.15$ ( $r = 0.916$ )	$Y = 1.17X + 0.32$ ( $r = 0.980$ )
Rapeseed oil	$Y = 2.23X + 2.36$ ( $r = 0.998$ )	$Y = 1.24X - 1.36$ ( $r = 0.926$ )
Serapeseed oil	$Y = 0.32X - 1.19$ ( $r = 0.902$ )	$Y = 0.64X + 0.26$ ( $r = 0.974$ )
Cottonseed oil	$Y = 3.32X + 4.07$ ( $r = 0.968$ )	$Y = 2.51X + 0.78$ ( $r = 0.994$ )
Secottonseed oil	$Y = 2.67X - 4.55$ ( $r = 0.981$ )	$Y = 1.52X - 0.48$ ( $r = 0.915$ )
Perilla oil	$Y = 1.95X - 3.81$ ( $r = 0.982$ )	$Y = 1.52X - 0.14$ ( $r = 0.998$ )
Seperilla oil	$Y = 1.09X - 4.78$ ( $r = 0.914$ )	$Y = 1.07X - 0.50$ ( $r = 0.989$ )

혼합에 의하여 모든 참기름 혼합유의 과산화물가의 증가 경향이 감소되는 것을 뚜렷이 볼 수 있었다.

## 2. 중량의 변화

유지의 산화 결과 생성되는 과산화물의 축적량을 측정하는 과산화물가는 그 측정이 용이하기 때문에 많이 이용되지만, 과산화물가는 과산화물의 축적과 분해의 차

액에 불과하므로 과산화물가의 측정만으로 산화안정성을 측정하기 보다는 다른 측정법을 병용하는 것이 필요하다.

유지의 산화가 진행됨에 따라, 흡수된 산소에 의하여 유지의 무게가 증가한다는 사실은 널리 알려져 있으며<sup>40~42)</sup>, 본 실험에서 사용한 시료유지들의 45°C 암소 및 35°C 광선존재하의 산화동안 중량의 변화는 Table 7

Table 7. Variations of weight increase\* of the oils during oxidation

Oils	Autoxidation Time in Days					
	0	5	10	15	20	25
Sesame oil	0	1.2	2.3	2.6	2.7	6.2
Soybean oil	0	3.5	4.5	12.1	57.8	59.7
Sesoybean oil	0	2.4	3.3	4.6	5.0	27.7
Corn oil	0	3.9	6.4	38.4	49.7	51.0
Secorn oil	0	1.9	3.0	3.8	4.4	10.3
Ricebran oil	0	2.8	5.5	10.9	34.0	45.5
Sericebran oil	0	1.1	1.4	2.1	3.9	10.0
Rapeseed oil	0	2.8	6.0	16.4	39.9	41.5
Serapeseed oil	0	1.6	2.6	3.2	3.3	4.1
Cottonseed oil	0	3.6	6.4	37.9	44.3	45.1
Secottonseed oil	0	0.7	2.2	4.6	17.5	40.6
Perilla oil	0	15.8	61.3	62.0	62.4	63.9
Seperilla oil	0	3.4	9.0	29.2	51.9	52.7

  

Oils	Photooxidation Time in Days				
	0	3	6	9	12
Sesame oil	0	3.0	3.2	3.5	4.1
Soybean oil	0	1.1	1.1	2.6	3.3
Sesoybean oil	0	2.2	2.2	2.4	4.0
Corn oil	0	0.9	1.0	1.3	3.1
Secorn oil	0	1.7	2.1	3.4	3.9
Ricebran oil	0	3.0	3.5	4.6	5.6
Sericebran oil	0	2.5	3.0	3.4	4.6
Rapeseed oil	0	2.1	2.3	3.5	4.4
Serapeseed oil	0	1.7	2.0	2.6	3.0
Cottonseed oil	0	1.6	2.3	3.8	5.5
Secottonseed oil	0	0.5	0.8	1.3	2.9
Perilla oil	0	3.5	4.1	5.5	27.9
Seperilla oil	0	2.7	2.8	3.4	5.0

\* Weight increase (mg, dry basis) of the oils was determined by the method described by Olcott et al.<sup>33)</sup>

과 같았다. 직접 착유하여 사용한 참기름과 들기름의 경우, 착유시 혼입된 미량수분의 영향으로 저장 초기의 이들 유지의 무게는 오히려 감소하다가 수분이 증발된 후에야 산화에 의한 무게의 증가를 나타내었다. 따라서 시료유지들의 상대적인 중량의 증가를 정확히 알기 위하여 실험에 사용한 모든 시료유지의 수분함량을 구하여, 시료 유지의 양으로부터 무게증가율을 계산하였다.

이렇게 계산된 무게증가율을 보면, 참기름의 경우 25일간 암소에서 산화된 후 그 무게증가율은 6.2 mg이었으며, 12일간 광선존재하에서 산화된 후 그 무게증가율은 4.1 mg이었다.

이에 비하여, 25일동안 45°C 암소에서 산화된 대두유, 옥수수유, 미강유, 유채유, 면실유, 들기름의 경우 각각의 무게증가율은 59.7, 51.0, 45.5, 41.5, 45.1 및

Table 8. Variations of refractive index\* of the oils during oxidation

Oils	Autoxidation Time in Days					
	0	5	10	15	20	25
Sesame oil	1.4706	1.4706	1.4707	1.4707	1.4707	1.4707
Soybean oil	1.4721	1.4724	1.4726	1.4726	1.4727	1.4727
Sesoybean oil	1.4720	1.4720	1.4720	1.4720	1.4720	1.4720
Corn oil	1.4721	1.4722	1.4722	1.4723	1.4723	1.4725
Secorn oil	1.4719	1.4719	1.4719	1.4719	1.4719	1.4720
Ricebran oil	1.4710	1.4710	1.4711	1.4711	1.4711	1.4711
Sericebran oil	1.4709	1.4710	1.4710	1.4710	1.4710	1.4710
Rapeseed oil	1.4704	1.4704	1.4705	1.4706	1.4706	1.4707
Serapeseed oil	1.4705	1.4705	1.4705	1.4705	1.4705	1.4705
Cottonseed oil	1.4705	1.4706	1.4706	1.4706	1.4708	1.4710
Secottonseed oil	1.4705	1.4706	1.4706	1.4706	1.4706	1.4706
Perilla oil	1.4788	1.4789	1.4790	1.4791	1.4793	1.4795
Seperilla oil	1.4765	1.4765	1.4765	1.4765	1.4765	1.4765

  

Oils	Photooxidation Time in Days				
	0	3	6	9	12
Sesame oil	1.4706	1.4706	1.4706	1.4706	1.4707
Soybean oil	1.4721	1.4721	1.4722	1.4722	1.4722
Sesoybean oil	1.4720	1.4720	1.4720	1.4720	1.4720
Corn oil	1.4721	1.4721	1.4722	1.4724	1.4724
Secorn oil	1.4719	1.4719	1.4720	1.4720	1.4720
Ricebran oil	1.4710	1.4710	1.4711	1.4712	1.4712
Sericebran oil	1.4709	1.4709	1.4709	1.4709	1.4709
Rapeseed oil	1.4704	1.4704	1.4705	1.4705	1.4705
Serapeseed oil	1.4705	1.4705	1.4705	1.4705	1.4705
Cottonseed oil	1.4705	1.4705	1.4705	1.4705	1.4705
Secottonseed oil	1.4705	1.4705	1.4705	1.4705	1.4705
Perilla oil	1.4788	1.4788	1.4788	1.4789	1.4791
Seperilla oil	1.4765	1.4765	1.4765	1.4765	1.4765

\* Refractive index of the oils was measured at 25°C with an Abbe refractometer (Model No. 16093, Erma Optical Co., Japan) by the AOAC method 28.006 (29).

63.9 mg이었으며, 참기름이 혼합된 대두유, 옥수수유, 미강유, 유채유, 면실유, 들기름의 무게증가율은 27.7, 10.3, 10.0, 4.1, 40.6, 52.7 mg으로 나타났다. 대조구의 경우, 불포화도가 크고 리놀레닌산의 함량이 많은 대두유와 들기름의 무게증가가 크게 나타났으며, 면실유의 경우에도 무게증가는 비교적 컸었지만, 과산화물가의 증가만큼 급격한 증가는 나타나지 않았다.

참기름의 경우, 저장 전기간을 통하여 상당히 완만한 무게의 증가를 보였으며, 이러한 참기름의 영향을 받아 모든 참기름 혼합유의 무게증가는 그 대조구에 비하여 현저하게 감소되는 것을 볼 수 있었다. 무게증가로 본 참기름이 혼합된 유채유의 산화안정성은 상당히 커서, 참기름 단독의 경우보다도 더 무게증가율이 낮게 나타났으며, 참기름의 혼합은 옥수수유와 미강유의 무게증가에 대해서도 상당한 영향이 있는 것으로 보였으나 면실유와 들기름의 무게증가에 대한 영향은 그다지 크지 않았다.

한편, 35°C 광선존재하에서 산화된 시료유지의 무게증가는 그 저장기간이 짧았기 때문에 암소에서 산화만큼의 현저한 무게증가는 볼 수 없었으며 참기름 혼합의 영향도 그다지 크지 않았으나 들기름의 경우, 참기름 혼합에 의한 무게증가의 억제를 뚜렷이 볼 수 있었다.

### 3. 굴절율의 변화

본 실험에서 45°C 암소 및 35°C 광선존재하에 산화된 시료유지의 굴절율의 변화는 Table 8과 같았다. 유지의 굴절율은 그 측정법이 간단하고 정확하며 정밀성이 크지만, 유지의 종류에 따라 최초의 수치가 다르기 때문에 유지의 굴절율만 측정해서는 산화의 정도를 알 수 없다. 따라서, 유지의 산화안정성 측정을 위하여 화학적인 측정법 대신 사용될 수는 없다.

PoKorny등<sup>43)</sup>은 자동산화가 진행됨에 따라 유지의 굴절율은 증가한다고 보고하였으며, Arya등<sup>44)</sup>은 대두유의 경우 그 굴절율이  $0.001 \pm 0.0003$  정도 증가하면 변패취가 발생한다고 보고하였다. Table 8에서 볼 수 있듯이 45°C 암소에서 산화동안, 참기름의 굴절율은 0.0001만큼 증가하였으며, 대두유, 옥수수유, 미강유, 유채유, 면실유와 들기름은 각각 0.0006, 0.0004, 0.0001, 0.0003, 0.0005 및 0.0007만큼 증가하였다. 이에 비교하여, 참기름이 혼합된 대두유, 옥수수유, 미강유, 유채유, 면실유, 들기름의 굴절율은 변화가 없거나

또는 0.0001만큼 증가하였다. 즉, 굴절율의 변화로 볼 때 참기름혼합유는 참기름이 혼합되지 않은 대조군에 비하여 그 산화안정성이 높은 것으로 평가되었다.

한편, 35°C 광선존재하에 산화된 시료유지의 경우, 저장기간 동안의 굴절율의 변화는 대조구에서 옥수수유 : 0.0003, 미강유 : 0.0002, 들기름 : 0.0003을 포함하여 대부분 0.0003 이하의 증가를 보였으며, 참기름이 혼합된 경우에는 옥수수유의 0.0001만큼의 증가를 제외하고는 전혀 변화되지 않았다.

### 4. 유전상수의 변화

유지의 산패가 진행되면 유지속에 새로운 극성물질이 생성되므로 유전상수 값은 증가하게 된다. 유전상수의 측정은 측정에 소요되는 시간이 매우 짧고 그 측정결과 의 재현성이 좋으며, 분석에 필요한 시료유지의 양이 2~3 방울로 충분하다는 이점이 있다. 각각의 시료유지의 45°C 암소 및 35°C 광선존재하의 산화동안 저장기간의 경과에 따른 유전상수의 변화는 Table 9와 같았다.

45°C 암소에서 산화된 참기름의 유전상수는 감소하였다가 다시 증가하는 경향을 보이고 있으며, 이와 같은 경향은 아마도 참기름의 착유과정중 혼입된 수분의 영향으로 생각된다. 참기름의 이와 같은 경향은 참기름 혼합유에 그대로 반영되어 참기름과 들기름을 제외한 대조군 기름의 유전상수가 거의 직선적으로 증가하는데 비하여, 참기름 혼합유의 유전상수는 저장기간동안 일정수치까지 감소한 후 다시 증가하는 경향을 나타내고 있다.

유전상수의 변화에 미치는 참기름 혼합의 영향을 알기 위하여 참기름을 제외한 대조군의 유전상수 값의 증가치를 계산하였다. 45°C 암소에서 산화된 대두유, 옥수수유, 미강유, 유채유, 면실유 및 들기름의 저장시간에 따른 유전상수 값의 증가치는 각각 0.34, 0.65, 0.53, 0.38, 0.62 및 0.55이었다. 이에 비하여 참기름이 혼합된 대두유, 옥수수유, 미강유, 유채유, 면실유 및 들기름의 유전상수 값의 증가치는 각각 0.15, 0.15, 0.18, 0.05, 0.45, 0.33이었다. 과산화물가와 무게증가율에서 확인한 것과 같이 역시 유채유의 경우, 참기름 혼합의 효과는 상당한 것으로 보였다.

한편, 35°C 광선존재하에 산화된 시료유지들의 유전상수 값은 대두유 : 0.22, 옥수수유 : 0.31, 미강유 : 0.33, 유채유 : 0.40, 면실유 : 0.54, 들기름 : 0.40만큼 증가하였으며, 참기름이 혼합된 경우, 대두유 : 0.12,

Table 9. Variations of dielectric constant of the oils during oxidation

Oils	Autoxidation Time in Days					
	0	5	10	15	20	25
Sesame oil	2.42	2.10	1.98	2.05	2.08	2.12
Soybean oil	2.20	2.21	2.28	2.31	2.41	2.54
Sesoybean oil	2.27	2.19	2.06	2.15	2.18	2.21
Corn oil	2.55	2.64	2.72	2.85	2.96	3.10
Secorn oil	2.55	2.44	2.44	2.44	2.54	2.59
Ricebran oil	2.54	2.58	2.64	2.78	2.85	3.07
Sericebran oil	2.46	2.41	2.33	2.38	2.45	2.51
Rapeseed oil	0.48	0.48	0.63	0.71	0.85	0.86
Serapeseed oil	1.08	0.87	0.83	0.85	0.88	0.88
Cottonseed oil	2.36	2.48	2.54	2.65	2.70	2.98
Secottonseed oil	2.37	2.26	2.34	2.46	2.51	2.71
Perilla oil	3.70	3.55	3.71	3.83	4.13	4.25
Seperilla oil	3.27	3.11	3.11	3.22	3.30	3.44

  

Oils	Photooxidation Time in Days				
	0	3	6	9	12
Sesame oil	2.42	2.21	2.25	2.33	2.43
Soybean oil	2.20	2.20	2.20	2.20	2.42
Sesoybean oil	2.27	2.21	2.28	2.29	2.39
Corn oil	2.55	2.56	2.57	2.63	2.86
Secorn oil	2.55	2.51	2.50	2.57	2.65
Ricebran oil	2.54	2.55	2.84	2.86	2.87
Sericebran oil	2.46	2.62	2.64	2.81	2.88
Rapeseed oil	0.48	0.53	0.56	0.87	0.88
Serapeseed oil	1.08	0.81	1.09	1.16	1.78
Cottonseed oil	2.36	2.65	2.68	2.71	2.90
Secottonseed oil	2.37	2.28	2.50	2.55	2.72
Perilla oil	3.70	3.62	3.73	3.82	4.10
Seperilla oil	3.27	3.33	3.40	3.42	3.59

\* Dielectric constant was measured with a Foodoil-Sensor (Nothern Instrument Co., Linolakes, MN, U.S.A.).

옥수수유 : 0.10, 미강유 : 0.42, 유채유 : 0.70, 면실유 : 0.35, 들기름 : 0.32만큼 증가하였다. 자동산화만큼의 큰 영향은 나타나지 않았으나, 일반적으로 유전상수 값의 증가경향은 억제되는 것을 볼 수 있었다.

### 결 론

본 연구의 결과, 참기름 혼합유는 참기름의 영향을 받

아 그 지방산 조성과 물리화학적 특성이 다소 변화하였으며, 그 변화폭은 기름의 종류에 따라 차이가 있었다. 참기름 혼합에 의한 지방산 조성의 변화폭은 기름의 종류에 따라 차이가 있었다. 참기름 혼합에 의한 지방산 조성의 변화폭은 O/L Ratio와 불포화비로서 살펴본 결과, O/L Ratio는 참기름 혼합에 의하여 그다지 크게 변화하지는 않았으나, 불포화비는 유채유와 들기름의 경우 참기름 혼합에 의하여 변화되었다.

참기름 혼합에 의한 물리화학적 특성의 변화중 요오드가의 감소는 특기할만 하였다. 모든 참기름 혼합유에서 요오드가의 감소를 볼 수 있었으며, 들기름과 대두유에서의 요오드가의 감소는 다른 유지에 비하여 현저하였다. 이와 같은 요오드가의 감소, 즉 불포화도의 감소는 참기름 혼합유의 산화안정성에 상당한 기여를 할 것으로 생각되었으며, 또한 참기름중에 함유되어 있는 강력한 항산화성분인 sesamol 등의 혼입에 의하여 참기름 혼합유의 산화안정성은 보다 증대될 것으로 예측되었다.

참기름 혼합에 의한 각종 식물성기름의 산화안정성을 과산화물가의 변화로 살펴 본 결과, 대두유와 옥수수유는 참기름의 혼합에 의하여 상당한 산화안정성 개선을 꾀할 수 있을 것으로 생각되지만, 미강유의 경우에는 참기름의 혼합보다는 우선 광선의 차단, 즉 포장조건이 보다 중요한 것으로 생각되었다. 유채유의 경우에는 참기름의 혼합에 의하여 45°C 암소에서 산화안정성은 상당히 개선되었지만, 광산화에 대한 안정성은 크게 개선되지 않았다. 면실유의 경우, 참기름의 혼합에 의하여 약간의 산화안정성 개선을 보이기는 했지만, 그 효과는 그다지 크지 않았다. 들기름의 경우, 참기름의 혼합은 상당한 산화안정성 개선을 보이지만, 들기름 역시 광선의 조사에 민감하므로 포장에 보다 신경을 써야할 것으로 생각되었다.

이와 같은 결과로 미루어 볼 때, 참기름과 다른 식물성기름의 혼합은 매우 바람직하다고 생각된다. 특히 조미유 또는 샐러드유로서의 참기름 혼합유의 사용은 여러 관점에서 매우 유용할 것으로 보인다.

#### 사 의

본 연구는 미원문화재단 부설 한국전통음식문화연구원의 연구비 지원에 의해 수행된 연구의 일부로서, 이 자리를 빌어 연구비 지원에 심심한 감사를 드리는 바이다.

#### 참 고 문 헌

- 1) 한국농촌경제연구원. "식품수급표", 1985년도 (1986).
- 2) 신효선, "우리나라의 식용유지 수급현황과 발전현황", 식품과학, 18(4), 19(1985).
- 3) 채영암, "공예작물학". 한국방송통신대학출판부, 26-35(1985).
- 4) Beroza, M. and Kinman, M.L.: Sesamin, sesamol, and sesamol content of the oil of sesame seed as affected by strain, locating grown, ageing, and frost damage. *J Am Oil Chem Soc*, 32, 348(1955).
- 5) Kigugawa, K., Arai, M., and Kurechi, T.: Participation of sesamol in stability of sesame oil. *J Am Oil Chem Soc*, 60, 1528(1983).
- 6) 이순재, 이만정, "시판 식용유의 지방산조성에 관하여(제 1 보)", 한국식량영양학회지, 6(1), 49(1977).
- 7) 황경수, 허우덕, 남영중, 민병용. "참기름의 진위판별에 있어서 지방산 조성의 이용", 한국농화학회지, 26(3), 157(1983).
- 8) 노일협, 임미애. "참기름의 특이성분 함량과 순도결정에 관한 연구(제 2 보)" 지방산 함량을 중심으로. 약학회지, 27(2), 169(1983).
- 9) 유영찬, 이완구, 정희선, 임미애, 남재경, 최태혁. "시중 참기름의 이중 식물유 혼입에 대한 실험적 조사 연구(제 3 보)—지방산을 중심으로" 국립과학사연구소년보, 16, 99(1984).
- 10) 정태명, 이부영, 조무제. "식물유의 불감화물 이용에 관한 연구(제 1 보)—스테롤과 토크페롤의 정량", 경상대 논문집, 11, 27(1972).
- 11) 노일협, 정희선. "시중 참기름의 스테롤에 관한 연구", 한국영양학회지, 13(4), 159(1980).
- 12) 유영찬, 이완구, 정희선, 남재경, 이한선, 최태혁. "시중 참기름의 이중식물 혼입에 대한 실험적 조사 연구", 국립과학사연구소보, 15, 116(1981).
- 13) 황경수, 허우덕, 남영중, 민병용. "고속액체 크로마토그래피를 이용한 참기름의 품질평가", 한국식품과학회지, 16(3), 348(1984).
- 14) 노일협, 이문선. "참기름의 특이성분 함량과 순도결정에 관한 연구(제 1 보) 세사민 및 관련 스테롤을 중심으로", 한국영양학회지, 16(2), 107(1983).
- 15) 유영찬, 정희선, 임미애, 복진영, 이한선, 박윤신. "시중 참기름의 이중 식물 혼입에 대한 실험적 조사 연구(제 2 보). 세사민을 중심으로", 국립과학사연구소년보, 16, 91(1984).
- 16) 박윤신, 김송전, 이용여. "음식점에서 사용중인 참기름의 질적평가에 관한 연구", 한국유화학회지, 4(2), 63(1987).
- 17) Kim, D.H. and Kang, M.S.: Quantitative determination of the purity of sesame oils by Villavecchia-Suarez test. *Research Reports of the College of Agriculture*, 27, 105. College of Agriculture, Korea University (1987).
- 18) 고영수. "가스 크로마토그래피에 의한 참깨기름의 트리글리세라이드 조성에 관한 연구", 한국식품과학회지, 5(3), 153(1973).

- 19) 고영수, 장유경, 이효지. "한국산 식물 식용유지의 성분에 관한 연구, 제 2 보. HPLC에 의한 면실, 대두, 소마, 옥배 및 채종류의 트리글리세라이드 조성에 관하여", 한국영양학회지, **12**(1), 43(1979).
- 20) Cheon, S.J., Lim, Y.H., Song, I.S., and Ro, J.B.: Chromatographic determination for soybean oil, linseed oil and perilla oil in sesame oil. *Korean J. Food Hyg.*, **3**(2), 59(1988).
- 21) 천석조, 임영희, 성인상, 노경배. "참기름의 진위판정에 관하여 (제 2 보) 참기름중의 채종유의 검출", 한국위생학회지, **3**(3), 105(1988).
- 22) 신효선. "혼합유의 필요성과 이용기술", "식용유지공업의 신기술" 중, 한국식품과학회(1987).
- 23) 남창우, 조재선. "혼합유의 가열안전성에 관한 연구군, 동대논총, 303, 동덕여자대학(1981).
- 24) 안명수. "라면의 품질개선에 관한 연구", 성신여자대학 연구보고서(1980).
- 25) Yoon, S.H., Kim, S.K., Teah, Y.K., Kim, K.H., and Kwon, T.W.: Blending effect of palm oil on physico-chemical properties of rice bran oil. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **18**(5), 329(1986).
- 26) 양주홍, 장영상, 신효선. "라면제조를 위한 혼합 유채유의 산화안정성". 한국유화학회지, **4**(2), 7(1987).
- 27) Metcalf, L.D., Schmitz, As A. and Pelka, J.K.: Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatography analysis. *Anal. Chem.*, **38**, 514(1966).
- 28) A.O.C.S.: AOCS Official and Tentative Method. 2nd ed., Method Ce-a-62, *Am. Oil Chem. Soc.*, Chicago (1964).
- 29) A.O.A.C.: Official Methods of Analysis, 13th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., p. 440(1980).
- 30) Pearson, D.: Laboratory Techniques in Food analysis, p. 125, Butterworths & Co., Ltd., London(1970).
- 31) A.O.A.C.: Official Methods of Analysis. 13th ed., Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C. p. 437(1980).
- 32) Riemeschneider, R.W., Turer, J., and Speck, R.M.: Modification of the swift stability test. *Oil and Soap*, **20**, 169(1943).
- 33) Olcott, H.S. and Einset, E.: A Weighing method for measuring the induction period of marine and other oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **35**, 161(1958).
- 34) A.O.C.S.: AOCS Official and Tentative Method, 2nd ed., Method Ti-la-64. *Am. Oil Chem. Soc.*, Chicago(1964).
- 35) Pearson, D: Laboratory Techniques in Food Analysis. p. 619 Butterworths & Co., Ltd, London(1970).
- 36) Swern, D.: Bailey's industrial oil and fat products. 4th ed., Vol. 1. Wiley and Sons Inc.(1979).
- 37) 김동훈, 식품화학, 탐구당(1988).
- 38) Fritsch, C.W., Egberg, D.C. and Magerson, J.S.: Changes in dielectric constant as a measure of frying oil deterioration. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **56**, 746(1979).
- 39) Gray, J.: Measurement of lipid oxidation: A Review. *J Am Oil Chem Soc*, **55**, 539(1978).
- 40) M.H. Chaine and R.F. Macneill: Effect of stabilization of crude whale oil with tertiary butylhydroquinone and other antioxidants upon keeping quality of resaltant deodorized oil. A Feasibility Study. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **51**(3), 37.
- 41) P.J. Ke and R.G. Ackman. Metal-catalyzed oxidation in Mackerel skin and meat lipids. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **53**, 636(1976).
- 42) P.J. Ke, D.M. Nash and R.G. Ackman: Mackerel skin lipids as and unsaturated fat model system for the determination of autoxidative potency of TBHQ and other autoxidant compounds. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **54**, 417(1977).
- 43) Pokorny, J., Janicek, G. Variation of refractive index as a rapid method for measuring fat oxidation. *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, **10**(11), 28A(1963).
- 44) Arya, S.S., Ramahujm, S. and Vijayarachavan, P.K.: Refractive index as an objective method for evaluation of rancidity in edible oils and fats. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **46**, 28(1969).