

에루신산에 對한 改良 油菜種子의 脂質構成 成分

李聖昊* · 金正基 · 金烘受

동아대학교 농과대학, *경남전문대 식품영양과

(1985년 11월 18일 수리)

Lipid Composition of Improved Rape Seed on the Content of Erucic acid

Sung-Ho Lee,* Chung-Ki Kim and Hong-Su Kim

College of Agriculture, Dong-A Univ., *Dept. of Food and

Nutrition, Kyung-Nam Junior College., Busan, Korea

Abstract

In order to analyze the lipid composition and chemical characteristics of rape-seed oil in relation to content of erucic acid, three recommendable cultivars(MOK-PO 70, MOK-PO DANGYO 12 and 14) seeds were used. The composition of lipid was confirmed by column chromatography and TLC, and the composition of fatty acid in total and neutral lipid was determined by GLC, and the results were as follows.

1. The crude fat was 44.0% to 45.3% in all cultivars.
2. The iodine value, saponification value, acid value and nonsaponifiable content were 100 to 101, 176 to 184, 0.7 to 0.9 and 1.0 to 1.2, respectively, with no remarkable difference among three cultivars.
3. The content of neutral lipid was 95.3% to 96.3% of total lipid, and others were compound lipids.
4. The content to triglyceride was 92.1% to 92.5% of total lipid. Diglyceride and sterol ester were contained 1.1% and 1.2%, respectively. There was a small quantity of free fatty acid and free sterol and monoglyceride was little.
5. The erucic acid was the highest (26.4%), in *MOK-PO DANGYO 12* among the composition of fatty acid, while those of *MOK-PO 70* and *MOK-PO DANGYO 14* were so small as 1.0% and 3.9%. The content of erucic acid was decreased with the increase of oleic acid, the content of oleic acid in *MOK-PO DANGYO 12* was 30%, 63% in *MOK-PO 70* and, 60% in *MOK-PO DANGYO 14*. The content of linoleic acid and linolenic acid showed no remarkable difference but that of eicosenoic acid was 11.7% in *MOK-PO DANGYO 12* as the highest. The ratio of the fatty acid content in eluted neutral lipid and the total oil showed no remarkable differences.

緒 論

油菜(rape: *Brassica Campestris L, B. napus L*)는 십자화(*Cruciferae*)과에 속하는 1년생草本으로서 主産地는 캐나다, 日本, 中國, 印度等이며, 韓國에서는 남부지방에서 많이 栽培되고 있다. 現在 韓國에 보급되어 있는 油菜種子를 보면 在來種은 黑色 또는 黃色으로 約 38%의 脂肪을 含有하고 있으며 西洋種은 黑色으로 脂肪을 約 41% 含有하고 있다.

油菜油는 半乾性油로서 응고점이 낮은 것이 特徵이고 國內에서 生産되는 油菜油의 量은 다른 食用油脂보다 많은 편으로 植物性 油脂로서 重要な 위치를 차지하고 있다. 그러나 植物性 油脂의 品質과 價値는 油脂의 95% 이상을 차지 하는 脂肪酸의 種類와 含有 比率에 따라 決定되며 外國에서는 品種改良에 의하여 에루신산의 含量이 매우 낮은 Canbra oil이란 油菜油를 生産하여 기존 油菜油와 區別하고 있다.¹⁾ 그러나 國內에서는 다른 食用油料作物보다 收油量이 倍 이상 많으면서도 에루신산을 비롯한 長鎖脂肪酸 含量 比率이 높기 때문에 高級食用油에 속하지 못하였다.^{2,3)}

油菜油에 관한 研究는 主生産國인 캐나다를 비롯한 여러나라에서 특히 에루신산에 관한 營養學的⁴⁾, 病理學的^{5,6)} 研究가 많이 發表되고 있으며, 國內에서 生産되는 油菜種子의 品種改良面에 관한 研究가 權⁷⁾과 李等^{3,8)}에 의하여 상당한 進展을 보이고 있으나 食用油面에 관한 研究는 姜等⁹⁾의 報告 밖에 없는 실정이다.

그러므로 本 研究는 作物시험장에서 品種改良한 油菜種子를 에루신산 含量 分布에 따른 各種化學的 特性 및 脂肪酸組成을 品種別로 알아보기 위하여 遂行한 實驗으로 얻어진 結果는 다음과 같다.

材料 및 方法

1. 實驗材料

本實驗에 使用한 油菜種子는 1983年 6월에 경남 농촌진흥원에서 試驗 栽培한 목포 70, 목포단교 12, 목포단교 14를 試料로 使用하였다.

2. 實驗方法

1) 一般成分 分析: 試料中の 水分, 粗蛋白質,

粗脂肪, 灰分 및 炭水化物等은 AOAC¹⁰⁾ 方法으로 分析하였으며 脂肪의 鹼化價, 요오드價, 酸價 및 非鹼化物은 常法¹¹⁾으로 定量하였다.

2) 粗脂質의 抽出 및 精製: 試料中の 粗脂質의 抽出은 Bligh and Dyer法¹²⁾에 따라 Fig. 1과 같이 하였다. 즉 試料를 粉碎한 다음 여기에 chloroform-methanol (2:1, v/v)의 混合液과 함께 均質機에 옮겨 均質化하였다. 이것을 暗所에서 24時間 방치한 후 여과하여 粗脂質을 抽出하고 남은 잔사는 계속하여 上記 方法과 同一하게 粗脂質을 3回 抽出하였다. 抽出한 粗脂質은 Folch法¹³⁾에 따라 精製하고 감압농축기로 농축하여 精製 粗脂質로 하였다. 한편 精製한 粗脂質은 N₂ gas를 充塡한 試驗管에 넣어 냉동실에 保管하면서 分析 試料로 使用하였다.

3) 粗脂質成分의 分割 및 定量: Folch法¹³⁾으로 精製한 粗脂質成分을 Rouser,¹⁴⁾ Marnetti¹⁵⁾의 方法에 따라 silicic acid column chromatography에 의하여 中性脂質, 糖脂質, 磷脂質 成分을 각각 分離하였다.

즉 Hersch等¹⁶⁾의 方法에 따라 活性化시킨 silicic acid (100 mesh Mallinckrodt. Co.) 10g을 직경 2.0cm의 column에 充塡하고 試料 脂肪質 1.5g을 2ml의 chloroform에 녹여 column에 주입한 후 N₂ gas로 1分동안에 約 3ml의 溶媒가 흘러내리도록 壓力을 調節하면서 chloroform, acetone,

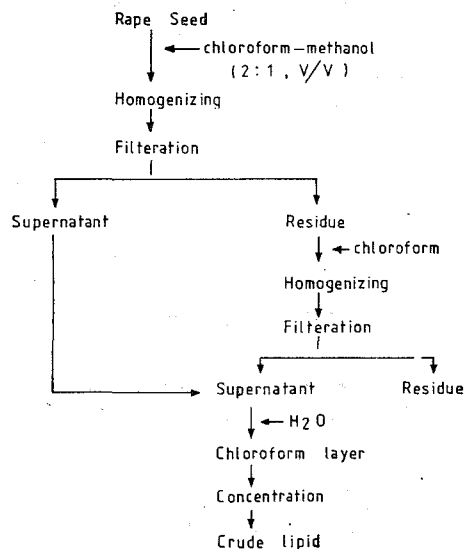


Fig. 1. Extraction of lipids in rape seed

methanol의 溶出劑 各 250ml로 溶離하여 中性脂質, 糖脂質 및 磷脂質을 각각 分離하였다. 各 脂肪質 分割中의 溶媒는 40°C에서 常압농축기로 농축하여 이들의 含量을 各各 계산하였다. silicic acid column chromatography에 의하여 分割된 中性脂質의 劃分을 Stahl¹⁷⁾의 方法에 따라 thin-layer chromatography에 의하여 構成脂肪質의 種類를 分別 確認하였다.

즉 thin layer chromatography plate (20cm×20cm)는 Silica gel G, TLC-plastic sheet (Merck Co., Darmstadt, Germany)를 使用하였으며 試料 脂質의 展開溶媒는 n-hexane: diethyl ether: acetic acid (80:20:1, v/v/v)의 展開溶媒로 상층일차원법에 의하여 展開시킨후 50% H₂SO₄-K₂Cr₂O₇로 분무한 다음 110°~120°C에서 炭化시켜 各 spot를 確認하였다.

標準 中性脂質로는 triolein(東京化成, Co)을 triglyceride의, 1,3-dipalmitin (Sigma, Co.)을 diglyceride의, monopalmitin (Sigma, Co.)을 monoglyceride의, cholesterol (Sigma, Co.)을 free sterol의 linolenic acid(東京化成, Co.)를 free fatty acid의 標準物質로 各各 使用하였다. 다음 各 脂質成分의 spot를 densitometer scanner (Toyo Kagaku Sangyo)에 의해 定量하였으며 동 기기의 조건은 slit:0.2×2mm, wavelength: 525 mm, chart speed: 1.6cm/sec, scan speed: 2.5cm/sec였다.

Table 1. Instrument and operating conditions for gas liquid chromatography

Instrument	Shimadzu model 6AM
Detector	Flame ionization detector
Column	3×3mm(i,d) glass column
Support	Column backed with 15% DEGS on 60~80% mesh Chromosorb W
Carrier gas and flow rate	He 40ml/min
Column temperature	190°C
Injections and detector temperature	240°C
Hydrogen pressure	0.7kg/cm ²
Air pressuer	1.0kg/cm ²
Record chart speed	5mm/min

5) 脂肪酸 分析 : 脂質의 構成脂肪酸 分析을 Deman¹⁹⁾方法에 準하여 실시하였다.

즉 脂質 0.5g을 含有하는 溶液에 28% methanol sodium methylate를 10배 가량 加하고 85°C의 water bath에서 1時間 反應시켜 脂肪酸 ester로 만든 다음 petroleum-ether로 抽出하여 이것을 수세하였다. 抽出液에 無水 Na₂SO₄를 넣어 탈수시킨 다음 여과한 것을 常압농축하여 petroleum-ether를 제거하고 diethyl ether 1ml에 이들 methyl ester를 용해시켜 gas liquid chromatography로 分析하였으며 그 分析 條件은 Table 1과 같다. 脂肪酸의 同定은 같은 條件에서의 標準 脂肪酸의 保持時間(Rf) 및 保持時間의 대수(log)와 炭素數와의 직접관계를 나타내는 式에 依하여 構成脂肪酸을 확인하고 各 Peak의 면적은 半值幅法(half-band with method)²³⁾으로 計算하여 定 量되었다.

結果 및 考察

1) 一般成分 : 油菜種子의 一般成分을 分析한 結果는 Table 2와 같다.

Table 2. Chemical compositions of rape seed (%)

Varieties Components	MOK-PO 70	MOK-PO DANGYO 12	MOK-PO DANGYO 14
	Moisture	8.8	8.8
Crude protein	22.3	22.7	21.5
Crude fat	44.0	44.3	45.3
Ash	4.1	4.2	4.1
Carbohydrate	20.4	20.0	20.4

Table 2에서 보는바와 같이 粗脂肪質의 含量은 44.0%~45.3%로써 흰깨²³⁾(50.9%) 검정깨²³⁾(49.3%) 및 비자²⁴⁾(54.3%)보다는 다소 낮은 수치였으나 在來種⁹⁾(43.4%)보다는 약간 높은 수치를 보였으며 유달³⁾(45.4%)과는 유사한 含量이었다. 粗蛋白質의 含量은 21.5%~22.7%로써 大豆²⁵⁾(39.8%), 땅콩²⁶⁾(27.9%)보다 낮은 수치였으나 흰깨²³⁾(19.7%), 검정깨²³⁾(19.4%), 비자²⁴⁾(9.5%), 들깨²⁷⁾(18.9%)보다 많이 含有되어 있으며 品種間 一般成分은 큰 差異가 없었다.

2) 粗脂肪質의 化學的 性質 : 本實驗에 使用된 油菜種子에서 抽出한 粗脂肪質은 Table 3과 같이

Table 3. Characteristics of total lipids from each variety rape seed oil

Varieties	Items	Iodine value	Unsaponifiable* material(%)	Saponification value	Acid value
MOK-PO 70		101.3	1.2	184.0	0.9
MOK-PO DANGYO 12		100.3	1.0	176.0	0.7
MOK-PO DANGYO 14		101.1	1.2	182.0	0.8

* To oil weight

鹼化價는 176.0~184.0 범위로서 姜等⁹⁾이 發表한 171~183 범위와는 별다른 差異는 없으나 대체로 다른 植物性 油脂에 比하여 다소 낮은 편이었다. 이는 一般적으로 油脂의 鹼化價는 構成脂肪酸의 分子量에 反비례한다는 Ackman等²⁹⁾의 報告와도 같이 油菜油는 에루신산과 같은 長鎖脂肪酸를 많이 含有하고 있기 때문에 鹼化價가 다소 낮았으며 C_{22:1}이 C₁₈의 脂肪酸으로 轉換되면 鹼化價는 增加된다는 報告²⁸⁾와도 一致하고 있다. 本實驗에서도 에루신산 1.0%인 목포 70의 鹼化價는 184.0 으로서 에루신산이 0.7%인 캐나다產 鹼化價 183.2와 별다른 差異가 없는 것을 볼때 이러한 사실을 입증해주고 있다.

요오드값은 100.3~101.3 범위였으며 在來種⁹⁾(101~104)과는 별다른 差異가 없으나 캐나다產⁹⁾(110.1)보다 다소 낮은 수치를 보였다. Weiss²⁸⁾ 및 姜等⁹⁾에 의하면 에루신산의 含量이 높은 油菜油의 요오드값은 81.4이나 에루신산이 올레산과 리놀산 및 리놀레산으로 轉換되면 요오드값이 增加된다고 報告한바 있다. 酸價와 非鹼化物의 含量은 0.7~0.9와 1.0%~1.2%로서 姜等⁹⁾이 分析 報告한 n-hexane으로 抽出한 在來種 및 캐나다產 粗脂肪質의 平均 酸價 0.5와 非鹼化物의 含量 1.19%와 별다른 差異를 보이지 않았다.

Table 4. Contents of neutral lipid, glycolipid, and phospholipid fractions in rape seed oil(%)*

Varieties	MOK-PO 70	MOK-PO DANGYO 12	MOK-PO DANGYO 14
Lipid fractions			
Neutral lipis	96.3	95.8	95.3
Glycolipids	0.4	0.4	0.9
Phospholipids	3.3	3.8	2.8

* As percentage of total lipid, each lipid fractions was separated by silicic acid column chromatography and quantified by gravimetric measurement.

3) 脂肪酸의 性狀

가) 中性脂質 糖脂質 磷脂質의 含量: 油菜種子에서 抽出한 脂質을 Silicic acid Column chromatography에 의하여 分離 定量한 結果는 Table 4와 같다.

中性脂質이 95.3%~96.3%로 거의 대부분을 차지하고 있으며 糖脂質과 磷脂質은 各各 0.4%~0.9%와 3.3%~3.8%에 불과하다. 이는 Zadernowski等³⁰⁾의 報告와 유사하며 姜等⁹⁾의 報告와 약간 상이한 것은 油脂의 抽出 溶媒 및 品種 栽培地 差異 때문이라고 생각된다.

나) 中性脂質의 構成脂質: 中性脂質을 TLC에 의하여 分離 定量한 結果는 Table 5와 같다.

Table 5. Composition of neutral lipid fraction in rape seed oil(%)

Varieties	MOK-PO 70	MOK-PO DANGYO 12	MOK-PO DANGYO 14
Components			
Triglycerides	92.1	92.5	92.2
Diglycerides	1.2	1.1	1.1
Monoglycerides	trace	trace	trace
Free fatty acid	1.0	0.5	0.5
Free sterols	0.8	0.6	0.5
Sterol esters	1.2	1.1	1.0

構成成分으로서 triglyceride, diglyceride, monoglyceride, free fatty acid, free sterols, sterols等 6種이 確認되었으며 이들중 triglyceride의 含量이 92.1%~92.5%로서 平均 92.2%로 가장 많았는데 이것은 油菜油中の triglyceride의 含量이 92.2%와 92.1%라고한 姜⁹⁾ 및 Zadernowski等³⁰⁾의 報告와 비슷한 結果이며 Makillican³¹⁾의 triglyceride의 含量 94.3%보다는 약간 낮은 수치를 보였다. 또 diglyceride와 sterols esters의 含量은 平均 1.1%로서 triglyceride 다음으로 많으며 그외에 free fatty acid, free sterols이 中性脂質中에 副成分으로 약간씩 존재하고 있었다.

Table 6. Fatty acid composition of the total lipids in various rape seed oil(%)*

Fatty acids	Portions	MOK-PO 70	MOK-PO DANGYO 12	MOK-PO DANGYO 14
Myristic acid	14 : 0	trace	trace	trace
Palmitic acid	16 : 0	4.7	4.4	4.4
Palmitoleic acid	16 : 1	0.5	0.4	0.2
Stearic acid	18 : 0	1.8	1.2	1.7
Oleic acid	18 : 1	63.1	30.0	59.9
Linoleic acid	18 : 2	19.5	16.3	16.6
Linolenic acid	18 : 3	6.9	9.0	8.5
Eicosenoic acid	20 : 1	2.5	11.7	4.8
Behenic acid	22 : 0	trace	0.6	trace
Erucic acid	22 : 1	1.0	26.4	3.9
Saturated fatty acid		6.5	6.2	6.1
Unsaturated fatty acid		93.5	93.8	93.9

* Expressed as a percent of total fatty acid and calculated from peak areas of the gas-liquid chromatogram

Table 7. Fatty acid composition of the neutral lipids in various rape seed oil(%)

Fatty acid	Portions	MOK-PO 70	MOK-PO DANGYO 12	MOK-PO DANGYO 14
Myristic acid	14 : 0	trace	trace	trace
Palmitic acid	16 : 0	4.7	4.2	4.5
Palmitoleic acid	16 : 1	0.4	0.3	0.3
Stearic acid	18 : 0	1.9	1.4	1.7
Oleic acid	18 : 1	61.2	28.7	58.7
Linoleic acid	18 : 2	21.3	16.3	16.9
Linolenic acid	18 : 3	7.7	8.3	8.3
Eicosenoic acid	20 : 1	1.8	12.3	4.7
Behenic acid	22 : 0	trace	0.4	trace
Erucic acid	22 : 1	1.0	28.1	4.5
Saturated fatty acid		6.6	6.0	6.2
Unsaturated fatty acid		93.4	94.0	93.8

* Expressed as a percent of neutral fatty acid and calculated from peak areas of the gas-liquid chromatogram

4) 脂肪酸 組成 : 油菜種子에서 抽出한 總脂肪質의 脂肪酸을 gas liquid chromatography에 의 하여 定量한 結果는 Table 6과 같다.

總脂肪質 成分中の 脂肪酸 組成을 보면 목포 70은 oleic acid(63.1%), linoleic acid(19.5%), linolenic acid(6.9%), palmitic acid(4.7%)의 順이고 목포단교 12는 oleic acid(30%), erucic acid(26.4%), linolenic acid(16.3%), eicosenoic acid

(11.7%), palmitic acid(4.4%)의 順이며 목포단교 14는 oleic acid(59.9%), linoleic acid(16.6%), linolenic acid(8.5%), eicosenoic acid(4.8%), palmitic acid(4.4%)의 順으로 含量이 적었다. 油菜油의 品種間 差는 Table 6과 같으며 목포 70은 erucic acid 含量이 1.0%로 목포단교 12의 26.4%에 比하여 매우 적었으며, oleic acid의 含量은 2倍 程度 많았고, linoleic acid의 含量은 다소

많은 linolenic acid의 함량은 약간 적었다. 이러한 分析 結果에서 oleic acid와 erucic acid의 含量 間에 역비례의 關係가 성립되었으며 이러한 事實은 Craig³²⁾가 이미 지적한 바 있다. 한편 Appelqvist³³⁾는 erucic acid 含量이 높은 油菜油는 油脂硬化를 일으킴으로 食用油의 主材料로서는 적당치 않으며 營養的인 側面에서 必須脂肪酸인 linoleic acid와 eicosenoic acid의 增加가 要望된다고 主張하고 있으므로 목포단교 12는 李²⁾ 및 姜⁹⁾이 報告한 erucic acid 含量이 平均 46.0%인 在來種 油菜油에 比하여 그 折半가량으로 낮아졌으나 그래도 26.4%의 높은 含量을 가졌다는 事實은 優良品種으로서는 適當하지 못할 것이다. 따라서 品種이 改良된 목포 70과 14는 erucic acid 含量이 1.0%와 3.9% 밖에 含有되어 있지 않기 때문에 栽培品種으로서 그 利用價値가 認定될 것이다. 한편 本實驗에서 使用한 油菜油의 SCL에 의하여 中性脂質 糖脂質 磷脂質로 分割한 劃分中 中性脂質만 GLC로 脂肪酸 組成을 定量한 結果는 Table 7과 같다.

油菜油의 中性脂質의 脂肪酸 組成을 보면 總脂質의 脂肪酸 組成과 거의 비슷하였으나 목포단교 12와 14는 中性脂質의 erucic acid含量이 總脂質의 erucic acid 含量보다 약간 많았다. 이것은 油菜油中의 erucic acid가 대부분 triglyceride中에 含有되어 있다는 Appeiqvist³⁴⁾의 報告도 있으며 本實驗에서도 中性脂質 劃分の 92.2%가 triglyceride中에 含有되어 있었다.

要 約

Erucic acid 含量에 따른 油菜種子의 品種間의 各種 化學的 特性 및 脂質構成 成分을 알아보기 위하여 목포 70, 목포단교 12 및 14等の 改良種子로써 chloroform-methanol(2 : 1, v/v)로 粗脂質을 抽出한후 column chromatography와 TLC에서 脂質組成을 GLC에 의해 總脂質 및 中性脂質에서 脂肪酸의 組成을 比較 分析한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 油菜種子中의 粗脂質含量은 44.0%~45.3%였다.
2. 油菜油의 요오드價는 100.3~101.3, 鹼化價는 176.0~184.0, 그리고 酸價는 0.7~0.9이었으며, 品種間 差異는 별로 없었다.
3. 油菜油의 脂質은 中性脂質이 95.3%~96.3%

인 반면에 複合脂質은 3.7%~4.7%에 불과하였다

4. 油菜油의 總脂質中 中性脂質中에는 triglyceride가 92.1%~92.5%로 가장 많았고 diglyceride와 sterol esters이 각각 1.1%~1.2%와 1.0%~1.1%로 그 다음이었고 free fatty acid와 free sterol은 약간씩 含有되어 있으며 monoglyceride는 거의 含有되어 있지 않았다.

5. 油菜油의 全體脂肪酸 組成中 erucic acid는 목포단교 12가 26.4%로 높은 含量을 보였으며 목포 70은 1.0% 그리고 목포단교 14는 3.9%로 매우 낮았으며 한편 oleic acid 含量이 增加함에 따라 erucic acid 含量이 減少하였다.

즉 목포단교 12는 oleic acid가 30%에 比하여 목포 70은 63.1% 그리고 목포단교 14는 59.5%로서 2倍 以上이었으며 linoleic acid 및 linolenic acid는 큰 差異는 없으나 erucic acid를 多量含有하고 있는 목포단교 12는 다른 두 品種에 比하여 長鎖脂肪酸에 속하는 eicosenoic acid가 11.7%로 많이 含有되어 있었다. 그리고 3品種 모두 中性脂質 劃分の 脂質은 全體脂肪酸 組成의 比와 別다른 差異를 나타내지 않았다.

參 考 方 獻

1. Rape seed Association of Canada: Properties protease and food quality, p.34 (1978).
2. 李正日: Research Guide O.R.D. 69, p.31~34(1974).
3. 李正日·志賀敏夫·高柳謙治: Research Reports of O.R.D. 16, p.53~64(1974).
4. Mattson, F.H.: National Academy of Science, Washington, D.C., p.189(1973).
5. Robbels, G, and G. Rakow: Proc. Intern. Rape seed conf., p.467~490(1970).
6. Kinsell, L.W., J. Partridge, L. Boling, S. Margen and G. Michaels.: J. Clin. Endocrinol, 12, p.909~913(1952).
7. 權炳善: 朝鮮大學校, 大學院 博士學位論文, p.1~86(1983).
8. 李正日·志賀敏夫·高柳謙治: Korea. J. Breeding, 7(1), p.1~16(1975).
9. 姜淑·李康賢·辛孝善: 한국식품과학회지, 12(2), p.115~121(1980).
10. Official Methode of Analysis of the AOAC

- lled (1970).
11. 日本油化學協會編 : 朝倉書店, 東京(1985).
 12. Bligh, E. G. and W.J. Dyer: *Can. J. Biochem. physiol*, 37, p.911~917(1959).
 13. Folch, J., Lees and Sloanestanley, G.H.: *J. Biol. Chem.* 226, 497(1957).
 14. Rouser, G., Kritchersky, G., and Simon, G.: *Lipids*, 2(1), (1966).
 15. Marmetti, G.V.: *Lipid chromatographic Analysis*, 1, Marcel Dekker. Inc. New York, p.116(1967).
 16. Hersch, J. and Ahrens, E.H.: *J. Biol. chem.*, 233, 311(1958).
 17. Stahl, E: Academic Press, New York, p.1~105(1969).
 18. Smith, I. and Feinberg, F.G.: *Shandon Sci. Co. London*, p.187(1965).
 19. Deman, J.H.: *J. Dairy Sci.*, 47, 546(1964).
 20. Bengts Son, B. and I. Bosund: *J. Food Sci.*, 31, 474(1966).
 21. 日本生化學會編 : 脂質의化學(東京化學同人), 東京, p.201(1974).
 22. 日本分析化學近機支部 : 機器分析實驗法(下), 化學同人, 東京, p.702~703.
 23. FAO韓國協會 : 韓國人營養勸奨量, 76(1975).
 24. 林姬洙 · 尹光老 · 鄭東孝 : *한국식품과학회지*, 12(4), p.324~327(1980).
 25. 梁敏錫 · 趙武濟 · 鄭泰明 : *慶尙大學校論文集*, 18, p.147(1979).
 26. 李聖昊 · 金斗珍 · 林孝珍 : *慶南工專大論文集*, 12, p.97~104(1984).
 27. 李聖昊 · 趙德濟 : *南工專大論文集*, p.205~209(1983).
 28. Acaman, R.G. and Eaton, C.A.: *J. Am. oil chemist's Soc.*, 54, 435(1977).
 29. Weiss, T.: *J. Food oils and their uses*, AVI. Pub. Co., Westport, Conn. p.34(1970).
 30. Zadernowski, R., and Sosulski, F. *Amer. oil chem. Soc.*, 55, p.870~872(1978).
 31. Makillican, M.E.: *J. Am. oil chemist's Soc.*, 43, 461(1966).
 32. Craig, B.M.: *J. plant Sci.*, 41, 204(1961).
 33. Appelqvist, L.A.: *Recplant Breed*, p.301~333(1963).
 34. Appelqvist, L.A.: *J. Am. oil chemist's Soc.*, 48, 851(1971).