

박과植物 種子油의 脂肪酸 組成

金 成 眞 · 趙 鏞 桂*

*東亞大學校 食品營養學科

Studies on the Fatty Acid Composition of Lipids from Some Seeds of the Cucurbitaceae Family

Kim, Seong-Jin · Joh, Yong-Goe*

*Dept. of Food Science & Nutrition, Dong-A University

(Received March, 8, 1996)

ABSTRACT

Levels of total, neutral and polar lipids from the seeds of eight species of the Cucurbitaceae family: *Cucurbita moschata*, *Lufa cylindrica*, *Citrullus vulgaris*, *Cucumis melo* var. *makuwa*, *Cucumis sativus*, *Lagenaria leucantha*, *Trichosanthes kirilowii* and *Momordica charantia*, were determined, and their fatty acid compositions were also analyzed by gas-liquid chromatography. The results were summarized as follows.

Lipid contents of the seeds range from 21.9 to 50.7%, which contained 98% up of neutral lipids. The fatty acid composition of total lipids from the seeds of *Cucurbita moschata*, *Lufa cylindrica*, *Citrullus vulgaris*, *Cucumis melo* var. *makuwa*, *Cucumis sativus* and *Lagenaria leucantha*, linoleic acid is the most dominant component (56.8~84.0%) followed by oleic acid (5.7~22.2%) and palmitic acid (6.1~11.1%) with a trace amount of α -linolenic acid (below 0.6%). On the contrary, the seed oils of *Trichosanthes kirilowii* and *Momordica charantia* are characterized by presence of considerable amounts of conjugated trienoic acid such as punicic acid (9c,11t,13c-C_{18:3}) and α -eleostearic acid (9c,11t,13t-C_{18:3}). For example, total lipids of *T. kirilowii* seeds were mainly composed of linoleic acid (40.5%) and punicic acid (30.5%) in the fatty acid composition, while those of *M. charantia* seeds predominantly comprised α -eleostearic acid as a main component (66.9%), accompanied by oleic acid (11.7%) and linoleic acid (10.4%). In the seed oil of *M. charantia*, β -eleostearic acid (9t,11t,13c-C_{18:3}) was checked as a trace. Fatty acid profiles of neutral lipids showed close resemblance to those of total lipids in all the seed oils, but are different from those of polar lipids. In particular, conjugated trienoic acids including punicic acid and α -eleostearic acid which are observed as the most abundant component in both neutral lipids of *T. kirilowii* and *M. charantia* seed oils, are present in an extremely small amount in both polar lipids. The fatty acid distribution in the polar lipids of the samples except for *T. kirilowii* and *M. charantia* seed oils, showed a tendency of consistently increased level of saturated fatty acids (25.0~29.4%) compared with that in the neutral lipids (9.9~12.5%). The results obtained in this experiment suggest us that the seed oils of the Cucurbitaceae

에 따라 相異하였다. 油糧植物인 참깨(44~55%), 땅콩(44~55%), 호도(67.8%)와 잣(69.8%)에는 못미치는 量이지만, 해바라기씨(23~36%), 잇꽃씨(25~27%)와 脣形科植物 種子의 脂肪含量^{14-16, 21)}과 비슷하였다.

各 試料의 中性脂質 含量이 97.8~99.1%로 脂質組成의 大部分을 차지하고 있었으나, 極性脂質의 含量은 수박(2.2%), 수세미오이(2.0%)와 오이(1.9%)에는 높은 反面에 참외에는 0.9%에 지나지 않아 試料에 따라 그 含量이 매우 相異하였다(Table 3).

Fig. 1은 박, 하늘타리와 여주 種子의 總脂質의 脂肪酸 profile을 나타내고 있는데, 박 種子油(Fig. 1-A)에서 檢出되지 않는 retention time(Rt)이 18.9와 20.2인 FAME가 하늘타리(Fig. 1-B)와 여주(Fig. 1-C)의 種子油에서 各各 相當量 檢出되었다. GC-MS로 不飽和脂肪酸의 二重結合位置를 EI(electron impact)法으로 確認하고자 할 때 脂肪酸 分子內의 電子 migration 때문에 二重結合의 位置를 正確히 알아내기 어려워, 分析前에 試料를 trimethyl silane 또는 pyrrolidide 誘導體化 하여야 한다. 그러나 그 操作이 매우 複雜하고 또 正確성이 疑問視되어 最近에는 脂肪酸를 picolinyl ester 誘導體¹⁷⁾로 만들어 GC-MS로 그 二重結合의 位置를 確認하고 있다.

Fig. 2에서 보는 바와 같이 Rt 18.9(Fig. 2-A)와 20.2(Fig. 2-B)의 二個의 未同定 脂肪酸의 GC-MS spectra가 同一한 splitting pattern을 보이고 있음을 알 수 있다. Spectra에서 分子이온 peak(M⁺)가 m/z 369이고 또 이 脂肪酸의 GC의 Carbowax 20M上에서 Rt值가 아라킨酸(C_{20:0})의 그것보다 크므로, 이 未知의 酸은 炭素數 18個로 構成된 trienoic acid로 推測

된다. 그리고 diagnostic peak인 m/z 234, 260, 와 312의 peak間에 觀察되는 26(312-286=26)a는 -CH=CH-基가 隣接해서 存在하고 있음을 示하고, m/z 277은 [M-(91+H)]⁺ (91=picolinyl residue)를 暗示한다.¹⁷⁻¹⁹⁾ 따라서 이 두 脂肪酸은 素18의 conjugate trienoic acid임을 알 수 있다. 精製⁷⁾인 9c,11t,13c-C_{18:3}와 9c,11t,13t-C_{18:3}를 co-running 여 Rt值가 18.9와 20.2인 脂肪酸을 9c,11t,13c-C_{18:3}(punicic acid)와 9c,11t,13t-C_{18:3}(α-eleostearic acid)로 各 同定하였다. 또 여주의 spectra에서 Rt 21. peak는 文獻值^{5, 7)}의 Rt와 比較하여 暫定的으로 9t,13c-C_{18:3}(β-eleostearic acid)로 同定하였다.

各 種子油의 脂肪酸 組成을 보면 Table 3과 같은 總脂質의 脂肪酸 組成을 보면 不飽和脂肪酸의 含量 79.5~91.7%로 모든 試料에 대단히 높았다. 試料의 脂肪酸 組成에 큰 差異가 있어 호박, 수세미오이, 박, 참외, 오이와 박의 種子油에 리놀酸이 56.8% 이상 含有되어 있었으나, 하늘타리의 種子油에는 리놀酸(40.5%)과 puniic acid(9c,11t,13c-C_{18:3}, 34.9%)가 主要한 成分이었고, 올레酸이 13.8%로 그 다음으로 왔고 α-eleostearic acid(9c,11t,13t-C_{18:3})도 2.2%나 在하고 있었다. 한편 여주에는 α-eleostearic acid(11t,13t-C_{18:3})가 66.9%나 含有되어 있었고, 리놀酸 10.4%에 지나지 않았으며, 하늘타리에서 檢出되었던 β-eleostearic acid가 1.1% 存在하고 있었 이처럼 puniic acid, α-eleostearic acid 및 β-eleostearic acid와 같은 conjugate trienoic acid가 박 植物의 種子 중 하늘타리와 여주에만 相當量 檢出되고, 다른 試料에는 全然 存在하지 않는 것은 植物 chemotaxomical한 側面에서 매우 興味롭다.²¹⁾ 또

Table 3. Levels of lipid classes fractionated by silica gel column chromatography from the seed oils of cucurbitaceae family(weight %)

Sample class	A*	B	C	D	E	F	G	H
NL**	98.7	98.0	97.8	99.1	98.1	98.4	98.6	98.6
PL	1.3	2.0	2.2	0.9	1.9	1.5	1.3	1.4

*A; *C. moschata*, B; *L. cylindrica*, C; *C. vulgaris*, D; *C. melo var. makuwa*, E; *C. sativus*, F; *L. leucanta*, G; *T. kirilowii*, H; *M. charantia*

**NL; neutral lipids, PL; polar lipids

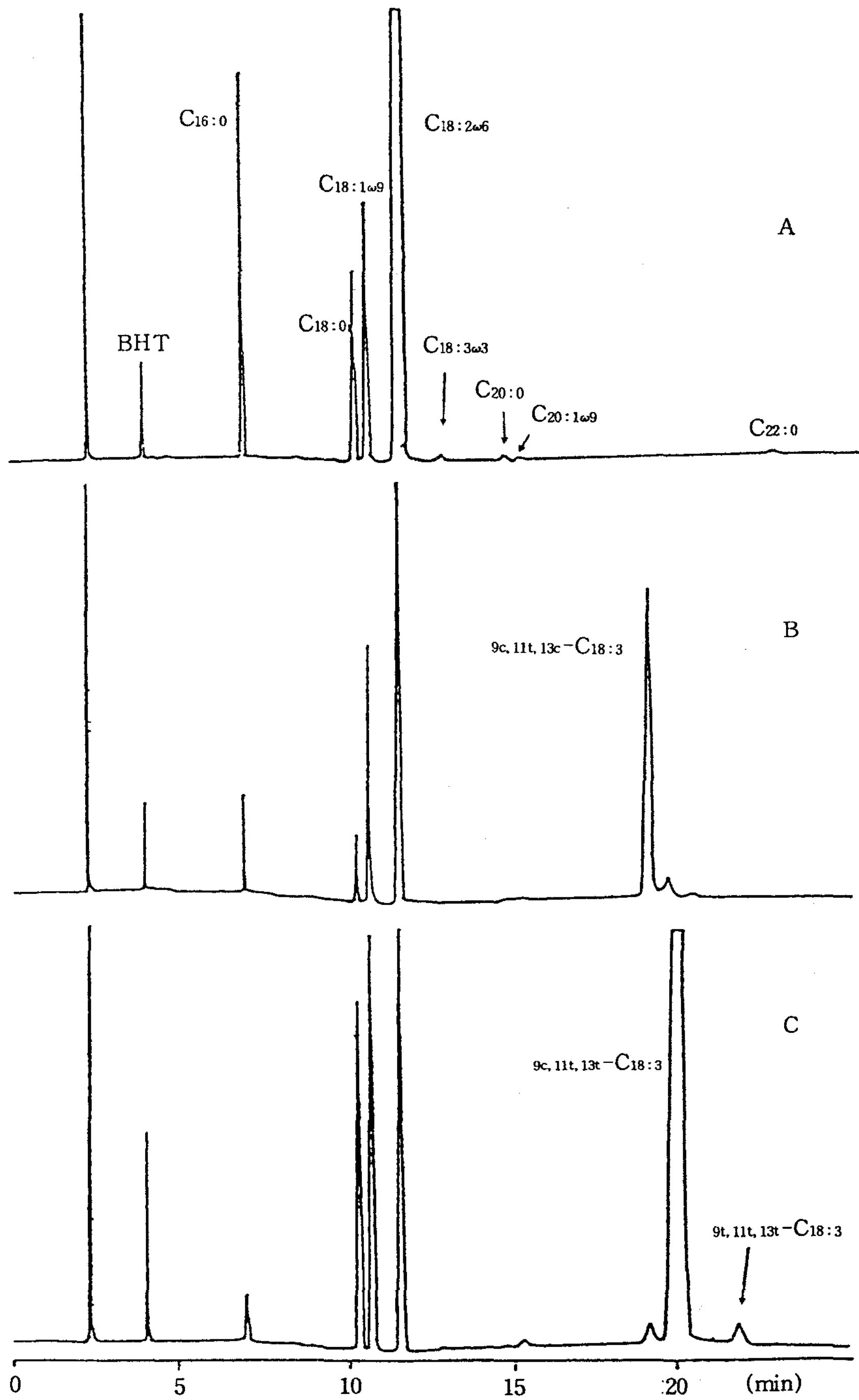


Fig. 1. GLC chromatograms of fatty acid methyl esters of total lipids from the seeds of *L. leucantha*(A), *T. kirilowii*(B) and *M. charantia*(C).

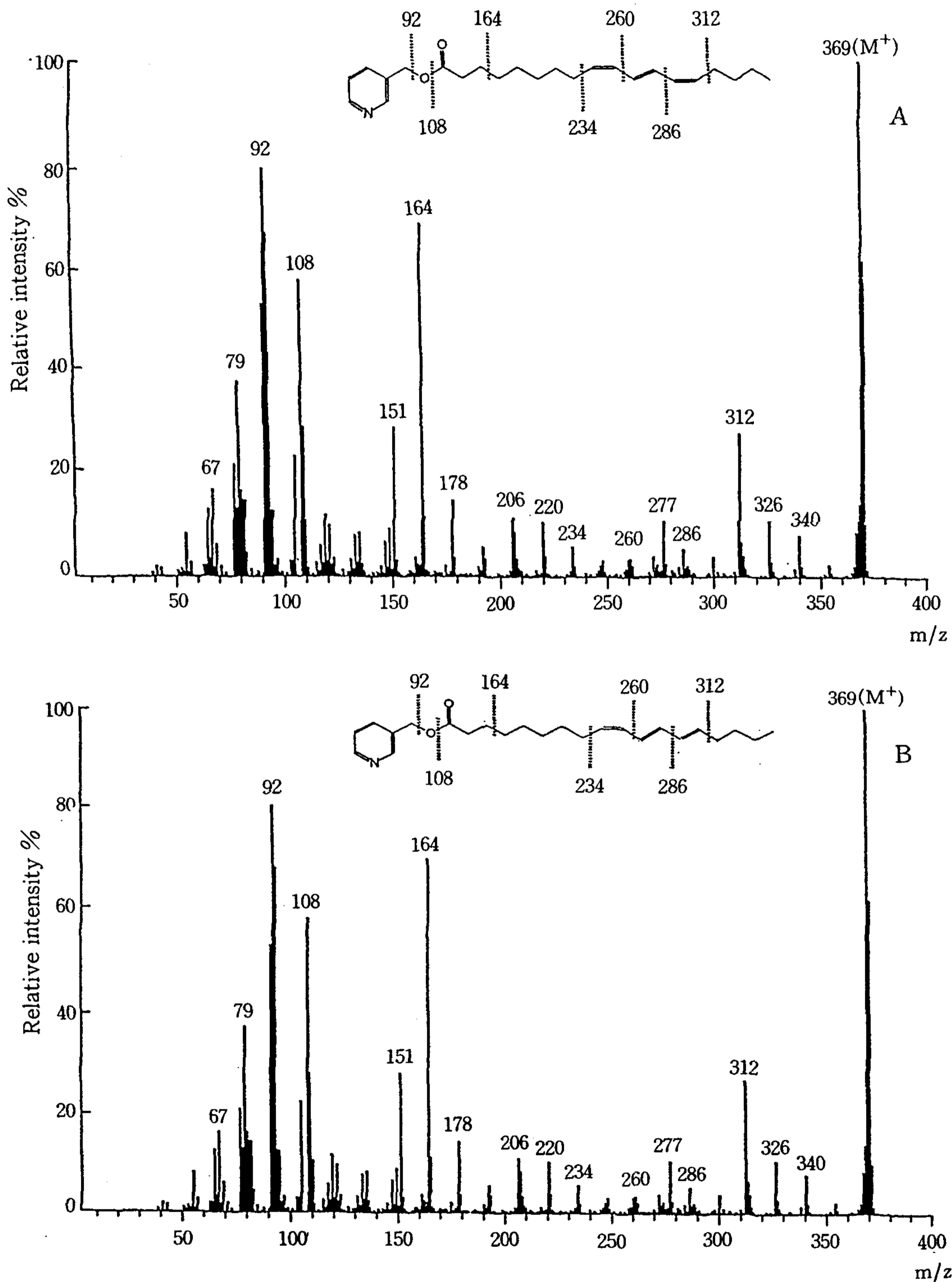


Fig. 2. Mass Spectra of the picolinyl esters of $9c, 11t, 13t$ -C₁₈:3(punicic acid) (A) and $9c, 11t, 13t$ -C₁₈:3(α -Eleostearic acid) (B).

Table 4. Composition of fatty acid of total lipids and each lipid class of the seed oils of some members of cucurbitaceae family (weight %)

Sample	<i>C. moschata</i>		<i>L. cylindrica</i>		<i>C. vulgaris</i>		<i>C. melo var. makuwa</i>		<i>C. sativus</i>		<i>L. leucanta</i>		<i>T. kirilowii</i>		<i>M. charantia</i>									
fatty acid	TL*	NL	TL	NL	TL	NL	TL	NL	TL	NL	TL	NL	TL	NL	TL	NL								
C ₁₄ :0			0.1	0.8	0.1	0.1	tr.**	0.1			1.7													
C ₁₅ :0					0.1			0.1			1.1													
C ₁₆ :0	14.0	13.6	20.7	13.0	2.4	21.5		11.1	11.2	22.3	13.3	13.1	22.4	6.1	7.4	21.6	4.8	3.8	16.0	1.0	1.8	8.9		
C ₁₆ :1(n-7)			0.3	0.7			0.3			0.5	0.1		0.4	0.2		0.5								
C ₁₈ :0	5.7	5.1	4.3	7.0	8.2	4.6		6.5	6.7	5.4	4.5	4.6	6.1	3.7	0.1	4.6	3.5	tr.	0.3	7.3	10.0	0.3		
C ₁₈ :1(n-9)	18.4	18.9	11.4	22.2	26.2	17.2	12.2	14.8	5.9	13.3	9.0	8.8	9.1	8.1	5.7	4.7	5.5	13.8	14.3	19.8	11.7	10.8	31.2	
C ₁₈ :2(n-6)	61.9	62.4	63.6	56.8	62.2	54.0	74.5	68.7	66.5	67.8	57.4	71.3	70.4	61.1	84.0	87.0	67.2	40.5	36.4	57.8	10.4	9.7	55.8	
C ₁₈ :3(n-3)			0.2	0.5	0.4	0.3	0.4	0.6	0.7	0.9	0.6	0.7	1.0	0.2	0.3	0.3					0.1	0.2	0.2	
C ₂₀ :0			0.5	0.5	0.8	0.3	0.3	0.3	0.4	1.7	0.3	0.2	0.5	0.1	0.5	0.3					0.1	tr.	0.5	
C ₂₀ :1(n-9)																	0.3	0.5	2.2	0.3	tr.	0.3		
C ₁₈ :3a																	34.9	44.6	1.8	1.1	0.8	1.1		
C ₁₈ :3b																	2.2	0.4	2.1	66.9	64.7	1.2		
C ₁₈ :3c																					1.1	1.9	0.4	
C ₂₂ :0																								
Σsaturated	19.7	18.7	25.0	20.6	11.1	27.7	12.8	16.1	26.4	18.2	18.3	30.5	19.2	19.8	29.4	9.9	8.0	26.5	8.3	3.8	16.3	8.4	11.8	9.7
Σmonoenes	18.4	18.9	11.4	22.5	26.2	17.9	12.4	14.8	6.5	13.8	13.3	9.5	8.9	9.1	8.5	5.9	4.7	6.0	14.1	14.8	22.0	12.0	10.8	31.5
Σdienes	61.9	62.4	63.3	56.8	62.2	54.0	74.5	68.7	66.5	67.8	50.4	71.3	70.4	61.1	84.0	87.0	67.2	40.5	36.4	54.9	10.4	9.7	55.8	
Σtrienes				0.2	0.5	0.4	0.3	0.4	0.6	0.3	0.7	0.9	0.6	0.7	1.0	0.2	0.2	0.3	37.1	45.0	6.8	69.2	67.4	2.9

* TL: Total lipids, NL: Neutral lipids, PL: Polar lipids ** tr.: below 0.1% *** C₁₈:3a; 9c,11t,13c-C₁₈:3, C₁₈:3b; 9c,11t,13t-C₁₈:3, C₁₈:3c; 9c,11t,13t-C₁₈:3(?)

飽和脂肪酸인 arachidic acid(C_{20:0})가 호박과 하늘타리를 除外한 全試料에서(0.1~0.5%) 그리고 behenic acid(C_{22:0})가 오이의 種子脂質(1.1%)에서 少量 檢出되었다. 호박, 수세미오이, 수박, 참외, 오이와 박의 種子油에는 리놀酸이 各各 61.9%, 56.8%, 74.5%, 67.8%, 71.3% 및 84.0%나 含有되어 있었고, 수세미오이, 호박, 참외 및 수박에서는 올레酸이 各各 22.2%, 18.4%, 13.5%와 12.2%로 그 다음으로 많았으며, 오이와 박에서는 팔미트酸과 올레酸이 13.3%과 8.8%, 6.1%, 5.7%로 리놀酸 다음으로 많았다. 박種子油에는 리놀酸 含量이 84.0%로 調査한 試料 중에 제일 높았으며, 이 값은 왜모시풀(*Boehmeria longispica*, 82.7%)과 좀괘잎나무(*B. spicata*, 83.5%)²⁰⁾, 비비추(82.5%)²⁰⁾ 그리고 개차즈기의 種子油(82.8%)²¹⁾의 그것과 비슷하였다.

α -리놀레酸은 0.6% 以下로 微量에 지나지 않았으며, 호박과 하늘타리에는 檢出되지 않았다. 이와같이 리놀酸을 相當量 含有하고 α -리놀레酸을 微量 含有한 種子油는 食用油에 아주 適合하므로,^{22, 23)} 各科植物의 種子를 油糧作物用으로 利用할 수 있다고 생각된다. 예를 들면 여름철에 쓰레기로 버려지는 수박씨는 油脂 含量(33.9%)과 리놀酸 level이 높고, 毒性이 없으므로 食用油脂資源으로 利用이 可能하리라 思料된다.

대개의 試料에 있어서 中性脂質의 脂肪酸 profile은 極性脂質의 그것과 닮은 점이 많으나, 하늘타리와 여주의 種子油는 매우 特異하게 이들의 中性脂質에 多量으로 存在하는 conjugate trienoic acid가 極性脂質에 極히 少量 밖에 檢出되지 않았다. Pollard²⁴⁾는 meadow foam(*Lamnanthes alba*)의 種子油에 많이 含有되어 있는 長銷脂肪酸(炭素數 20, 22)은 中銷脂肪酸(炭素數 16, 18)에서와 全然 다른 細胞內의 region 또는 organelle에서 生合成 된다는 事實을 1-C¹⁴-acetate로 證明한 바 있다. 따라서 하늘타리와 여주種子の 細胞內에는 conjugate trienoic acid를 生合成하는 特別한 'compartment'가 대단히 發達되어 있다고 여겨지며, 또 이 脂肪酸이 極性脂質에는 極히 적고 中性脂質에 偏在하고 있다는 事實을 本研究에서 처음으로 밝혔으나, 그 理由는 앞으로의 研究課題로 남아 있다. 그러나 胰臟 lipase가 triacylglycerol의 conjugate trienoic acid의 ester 結合을 쉽게 攻擊할 수 없다는 Joh²⁵⁾

의 研究結果를 類推해 볼 때, 極性脂質(적어도 磷脂質) 合成에 關與하는 酵素 중 conjugate trienoic acid 殘基를 가진 acylglycerol 分子를 攻擊할 수 없는 酵素가 存在하기 때문인 것으로도 생각된다.

모든 試料의 極性脂質에는 飽和脂肪酸含量이 16.3~29.4%로 中性脂質의 3.8~19.8%보다 훨씬 높았으나, 여주의 境遇는 二分劃 모두에 비슷하게 存在하고 있었다. 飽和脂肪酸 중에서 팔미트酸이 제일 많아, 오이 種子油의 極性脂質에는 22.4%나 含有되어 있었다. 이런 結果는 평지씨기름²⁶⁾, 銀杏種實油²⁷⁾, 강남콩脂質²⁸⁾ 그리고 들깨를 비롯한 脣形科 種實油²¹⁾에서도 볼 수 있다.

IV. 要 約

各科植物 種實에는 總脂質量이 21.9~50.7%의 範圍로 比較的 높았으며, 特히 박, 하늘타리의 경우는 41.9%와 50.7%로 調査한 試料 중에 제일 높았으며, 또 모든 試料가 約 98% 以上の 中性脂質을 含有하고 있었다. 호박, 수세미오이, 수박, 참외, 오이 및 박種子の 總脂質에는 리놀酸의 含量이 第一 많아 56.8~84.0%이었으며, α -리놀레酸의 含量은 0.0~0.6%로 매우 적었고, 올레酸이 主成分인 모노엔酸과 팔미트酸이 大部分인 飽和脂肪酸은 그 含量이 各各 5.7~22.2%와 9.9~20.6%로 試料에 따라 심한 差異를 보였다. 하늘타리 種子の 總脂質에는 C_{18:2 ω 6}과 9c, 11t, 13c-C_{18:3}(punicic acid)이 40.5%와 34.9%로 主要 成分이었고, 그 다음으로 C_{18:1 ω 9}가 13.8% 含有되어 있었으며, 그러나 9c, 11t, 13t-C_{18:3}(α -eleostearic acid)는 2.2%에 지나지 않았다. 한편 여주의 境遇에는 9c, 11t, 13t-C_{18:3}이 66.9%로 第一 많았으며, 그 다음으로 C_{18:1 ω 9}와 C_{18:1 ω 6}이 17.7%, 10.4% 各各 含有되어 있었고, 하늘타리에 많이 含有되어 있는 9c, 11t, 13c-C_{18:3}는 9t, 11t, 13c-C_{18:3}(β -eleostearic acid)와 함께 1.1% 程度로 少量 包含되어 있었다. 9c, 11t, 13c-C_{18:3}와 9c, 11t, 13t-C_{18:3}와 같은 conjugate trienoic acid는 餘他試料에서는 全然 檢出되지 않았다. 하늘타리와 여주의 種子油의 極性脂質에는 이들의 中性脂質에 多量으로 存在하는 conjugate trienoic acid가 極히 少量 밖에 存在하지 않는 것은 매우 特徵的이며, 飽和脂肪酸이 中性脂質(9.9~20.6

%)에 비하여 極性脂質(25.0~29.4%)에 보다 많이 含有되어 있다는 事實을 나머지 試料에서 共通的으로 찾아볼 수 있었다. 박과植物 種子는 리놀酸을 많이 含有하고 있는 群과, 9c,11t,13c-C_{18:3} 및 9c,11t,13t-C_{18:3}와 같은 conjugate trienoic acid를 가진 群으로 大別할 수 있었다.

V. 謝 辭

本 研究는 東亞大學校의 1995學年度 研究基礎資料 費로 遂行되었으므로, 著者는 이에 깊이 感謝를 드리는 바입니다.

문 헌

1. 송주택 · 정현배 · 김병우 · 진희성, 한국식물대보 감(하권), 한국식물자원연구, 서울, pp. 264~268(1989).
2. 李昌福, 大韓植物圖鑑, 鄉文社, 서울, pp. 716~718(1982).
3. Hopkins, C. Y. and Chisholm, M. J., *Can. J. Chem.*, 40, 2078(1962).
4. Gowrikumar, G., Mani, V. V. S., Rao, T. C., Kaimal, T. N. B., and Lakshminarayana, G., *Lipids*, 16, 558(1981).
5. Takagi, T. and Itabashi, Y., *Lipids*, 16, 546(1981).
6. Tulloch, A. P. and Bergter, L., *Lipids*, 14, 996(1979).
7. 金成眞, 理學碩士請求論文, 東亞大學校, pp. 61~73(1993).
8. Bligh, E. G. and Dyer, W. J., *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37, 911(1959).
9. Vorbeck, M. L. and Marinetti, G. V., *J. Lipid Res.*, 6, 3(1965).
10. Christie, W. W., *Gas-Chromatography and Lipids*, The Oily Press, Ayr, Scotland, p. 68(1989).
11. Balazy, M. and Nies, A. S., *Biomed. Environ. Mass Spectrom.*, 18, 328(1989).
12. Joh, Y.-G., Brechany, E. Y. and Christie, W. W., *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 72, 707(1995).
13. Christie, W. W., Brechany, E. Y. and Stefanov, K., *Chem. Phys. Lipids*, 46, 127(1988).
14. 牟壽美, 韓國營養學會誌, 10, 119(1978).
15. 鄭泰明, 田村利武, 伊藤俊博, 松本太郎, 油化學, 22, 153(1973).
16. Sontag, N. O. V., in *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*(4th edition), edited by Swern, D., John Wiley & Sons, New York, Vol. 1, pp. 352~413(1979).
17. Harvey, D. J., in *Avances in Lipid Methodology-one*, edited by Christie, W. W., The Oily Press, Ayr, Scotland, pp. 19~80(1992).
18. Bertelson, O., and Ng Dinh-Nguyen, *Fette Seifen Anstrichm.*, 87, 336(1985).
19. Harvey, D. J., *Biomed. Environ. Mass Spectrom.*, 18, 719(1989).
20. Kato, M. and Tanaka, T., *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 58, 866(1981).
21. 趙鏞桂, 李玉景, 林永周, 韓國油化學會, 5, 13(1988).
22. Howells, R. H., Brim, C. A., and Rhinne, R. H., *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 49, 30(1972).
23. Dutton, H. J., Lancaster, C. R., Evans, C. D., and Cown, J. C., *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 28, 115(1951).
24. Pollard, N. R. and Stumpf, P. K., *Plant Physiol.*, 66, 649(1980).
25. Joh, Y.-G., Kim, S.-J., and Christie, W. W., *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 72, 1037(1995).
26. 姜淑, 李康賢, 辛孝善, 韓國食品科學會誌, 12, 115(1980).
27. 鄭安錫, 辛孝善, 韓國食品科學會誌, 10, 119(1978).
28. 권용주, 엄태봉, 송근섭, 김충기, 이태규, 양희천, 한국식품과학회지, 19, 528(1987).