

食用油(해바라기)의貯藏候件에 따른脂質成分의變化

黃周浩, 尹衡植

慶北大學校 農化學科

Changes in the Lipid Components of Edible Oil (Sunflower Seed Oil) under Storage Conditions

Joo-Ho Hwang, Hyung-Sik Yoon

*Department of Agricultural Chemistry, Kyungpook
National University*

Abstract

The purpose of this study was to determine effects of thermal oxidation according to heating time and temperature, using sunflower oil from seed grown in Korea.

To investigate these effects, the lipid components, fatty acid compositions, and chemical characteristics of crude oil from sunflower seed were determined.

The content of nonpolar and polar in total lipids was 94.1% and 5.9%, respectively. The fatty acid compositions in the total lipids showed 6.21% palmitic, 4.50% stearic, 59.84% oleic and 29.48% linoleic acid. The content of linoleic acid decreased during heating. However, the content of oleic, palmitic and stearic acid increased during heating.

The components of neutral lipid were found 6 fractions, including triglyceride, diglyceride and free fatty acid. The content of triglyceride decreased but diglyceride and monoglyceride increased during heating.

The content of free fatty acid increased during the continuous heating period for 32 hours at 100°C, whereas decreased in 16 hours at 180°C.

Iodine value decreased during heating, and peroxide value increased during the continuous heating period for 32 hours at 100°C, whereas decreased in 16 hours at 180°C.

I. 結 論

最近 우리나라는 食生活의 多樣化와 嗜好性向의 變化로 튀김食品의 消費가 急增하고 있다. 食用油 및 脂肪質食品의 酸敗의 한 要因이 그 自動酸化에 있으며 이의 促進因子로서는 各種光線, 熱, 空氣, 金屬, 水分等을 들 수 있다. 튀김에 使用되는 食用油的 경우, 加熱處理에 의해 油脂成分은 熱酸化, 加水分解 그리고 分解 및 重合反應이 일어나는 한편, 油脂는 發煙, 發泡, 着色等 여러가지 劣化現象이 일어나고, 이 외 더불어 튀김食品의 品質이 低下된다!¹⁾ 이와같은 加熱酸化結果 一般적으로, 過酸化物, Carbonyl 化合物 및 遊離脂肪酸等이 增加하며^{2),3)} 또한 脂肪酸組成에 있어서는 oleic acid가 增加하는 反面에 linoleic acid가 減少한다고 報告⁴⁾ 한 바 있다. 그리고 이러한 酸敗現象을 防止하기 위해 抗氧化劑의 添加와 開發을 위하여 많은 研究가 되고 있다.

한편 해바라기는 現在 美國을 비롯하여 世界到處에서 栽培되고 있으며, 특히 해바라기種子油는 高級食用油로서 뿐만 아니라, 藥用, 工業用等 그 用途가 多樣⁵⁾ 하며 大豆油다음으로 消費量이 莫大하여 이에 관한 研究報告로서 Cummins 등⁶⁾은 栽培地條件과 氣候條件에 따라 脂肪酸組成과 脂肪含量이 다르다고 報告하였으며, Zimmerman 등⁷⁾은 種子의 位置에 따른 脂肪酸의 變化等 해바라기油의 脂肪酸組成과 이의 特性에 관한 많은 研究報告⁸⁻¹⁰⁾가 있으나, 튀김에 使用된 他市販食用油的 酸敗度를 測定하기 위한 研究로서 申¹¹⁾은 이의 理化學的 特性을 報告하였으며, 장 등¹²⁾은 加熱 중 脂肪酸變化를 報告한 바 있다. 그러나 아직 國內에서는 해바라기油가 市販되고 있지 않는 實情이며, 또한 해바라기油에 대한 加熱處理로 인한 脂肪酸組成 및 中性脂質成分變化 등의 研究報告는 없는 듯하여 本人等은 우리나라에서 栽培된 해바라기種子油를 使用하여 加熱溫도와 時間에 따른 脂肪酸組成 및 中性脂質成分變化, 그리고 特性을 比較, 檢討하였던 바 그 結果를 얻었기에 報告하는 바이다.

II. 材料 및 方法

1. 材料

本實驗에 使用한 해바라기 種子는 1979 年度產으로 慶北 永川郡에서 購入한 캐나다種을 實驗材料로 하였다.

2. 方法

1) 粗脂質의 抽出 및 處理方法

種子 중의 粗脂質에 抽出은 Folch法¹³⁾에 따라 Fig. 1과 같이하여 抽出하였다.

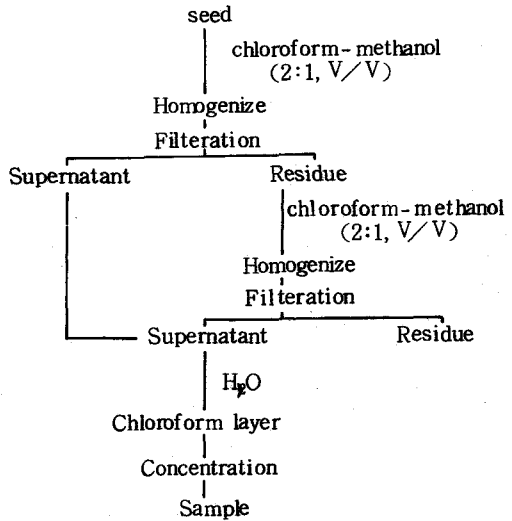


Fig. 1 Sample Preparation

即, 試料에 20배의 chloroform-methanol (2:1, V/V) 溶媒를 加하여 homogenize 한 것을 吸引濾過하여, 溶液과 殘渣를 分離하고, 殘渣를 再次抽出한後, 濾液을 合하여 分액여두에 옮겨 蒸溜水로 씻어서 分離되는 chloroform 層을 分取하여 40℃ 以下에서 rotary evaporator 로서 濃縮한 것을 粗脂質로 하였다.

2) 處理方法

抽出한 粗脂質을 100ml 三角 flask에 각각 40ml 씩 넣어, 100℃, 180℃로 調節된 恒溫器에서 4, 8, 16, 24, 32時間 동안 處理하였다.

3) 中性脂質, 糖脂質 및 磷脂質의 分離定量

試料에서 抽出한 粗脂質을 Rouser等¹⁴⁾의 方法에 따라 silicic acid column chromatography에 의하여 中性脂質, 糖脂質 및 磷脂質을 分離, 定量하였다. 即, silicic acid(70~230 mesh, Merck 社製)를 蒸溜水로 씻어 colloid性 微粒子를 除去하고 methanol로 다시 씻은 후 110℃에서 24時間 活性化하였다. 活性化한 silicic acid 約 10g을 chloroform으로 slurry를 만든 다음 glass column(1.5×40cm)에 充填시키고, 이 column의 上部에 試料 脂肪質 約 200mg을 少量의 chloroform에 溶解하여, 注入한 후, 分當 2ml 씩 溶離하면서, chloroform, acetone, methanol 順으로 各各 200ml 씩 溶離시켜 中性脂質, 糖脂質 및 磷脂質을 分離하였다. 이와같은 溶媒의 各

溶離物은 40 °C 以下에서 rotary evaporator로 溶媒를 除去 한후, 重量分析法에 의하여 그 含量을 各各 계산하였다.

4) 脂肪酸 組成

脂肪酸組成은 日本油脂 및 油脂製品試驗法¹⁵⁾에 따라 gas-liquid chromatography (GLC) 에 依하여 分離, 定量하였다. 卽, 試料一定量을 ester化 시험관에 취하고 H₂SO₄ - benzene-methanol (1:30:90 V/V/V) 溶液을 加하여 溶解하고 시험관을 ampoule로 만들어 2.5時間 methylation시킨後 冷却하여 蒸溜水로 3~4回 洗滌한 다음 Pet. ether로

서 抽出하여 洗液이 litmus paper에 酸性을 나타내지 않을 때까지 씻는 操作을 反復하고 Pet. ether 層을 分離한다. 이것을 Na₂SO₄ 로서 脫水한 뒤 40 °C 以下에서 rotary evaporator로 溶媒를 除去한 다음 chloroform에 녹여 GLC 試料로 삼았다. GLC에서 分離된 各 peak는 같은 條件에서 標準脂肪酸의 methyl ester (大阪 Gas Chromato 工業製)의 保持時間 (Rt)과 比較하여 同定하였고, 또 同定된 各 peak는 半值幅法으로 面積을 求하고 이들의 合計值에 대한 各各의 面積比를 百分率로 나타내었다. 이때 使用한 GLC의 分析 條件은 Table 1과 같다.

Table 1. Instrument and Operating Conditions for Gas-Liquid Chromatography

Instrument	Hitachi model 063
Detector	Flame Ionization Detector
Column	3m × 2mm, Glass Column with DEGS(10%) on Chromosorb W(60-70 mesh)
Column Temp.	175 °C
Injection Temp.	250 °C
Detection Temp.	250 °C
Carrier Gas and Flow-rate	N ₂ (40 ml/min)
Chart speed	10 mm/min

5) 中性脂質 成分의 分離 및 定量

Thin layer chromatography¹⁶⁾ (TLC)에 의하여 中性脂質成分을 分離하였다. 卽, 20 × 20 cm의 glass plate에 Silicagel G(Merck社製)로 0.5 mm의 두께로 plate를 作成한다음, 110 °C에서 1時間 活性化시키고 試料脂肪質을 chloroform에 溶解하여 micropipette로 spot하고 Pet. ether-diethylether-acetic acid (80:30:1, V/V/V)의 展開溶媒로 上昇 一次元法에 의하여 展開시켰으며, 1%-iodine-Pet. ether 溶液으로 發色시켜 標準試料 (和光製藥製)를 試料와 併行하여 spot하고 그 Rf值와 比較하여 同定하였다. 그리고 各 中性脂質成分은 Ameta法¹⁷⁾에 의하여 定量하였다. 卽, 發色劑인 iodine이 완전히 揮發한 다음 各 spot部分을 긋어모은 薄層分末을 시험관에 넣고 여기에 K₂Cr₂O₇ - H₂SO₄ 溶液 (特級 K₂Cr₂O₇ 0.25g을 特級 H₂SO₄ 100ml에 溶解한 것) 3 ml를 加하여 45分間 끓는 물속에서 加熱하고 冷却後 증류수 10ml를 넣어 잘 混和한後 一晝夜 放置하였다.

이 上澄液 2ml를 취하여 다시 증류수 8ml로 희석하고 이것을 Shimazu UV 200 spectrophotometer를 使用하여 350nm에서 檢量線에 맞추어 定量하였다. 또한 薄層上 同一 Rf值 位置의 試料外의 部分에서도 同面積을 긋어모아 같은 操作을 行하여 blank로 하였다. 檢量線의 作成은 標準試料를 같은 方法으로 5點平均法으로 하였으며 最小自乘法에 의해 直線을 求하였다.

6) 沃度價 및 過酸化物價

沃度價는 Wijis法¹⁸⁾으로 過酸化物價는 Wheeler改良法¹⁹⁾으로 測定하였다.

III. 結果 및 考察

1. 中性脂質, 糖脂質 및 磷脂質의 含量

해바라기種子에서 抽出한 粗脂質은 silicic acid column chromatography에 의하여 中性脂質, 糖脂質 및 磷脂質을 分離하여 定量한 結果는 Table 2와 같다.

Table 2. Content of Neutral Lipid, Glycolipid and Phospholipid in Sunflower See Oil

Lipid Fractions	% *
Neutral Lipid	94.1
Glycolipid	3.2
Phospholipid	2.7

* As percentage of total lipid.

Each lipid fraction was separated by silicic acid column chromatography and quantitated by gravimetric measurement.

即, 해바라기 種子油에는 中性脂質이 94.1%로 거의 대부분을 차지하고 糖脂質은 3.2%, 磷脂質은 2.7%에 불과하였다. 이와같이 해바라기 種子油에도 다른 植物性 油脂 中에 中性脂質이 一般적으로 約 85~95%²⁰⁾ 含有하고 있는 것과 그 含量이 비슷하였으며 磷脂質의 含量도 一般油脂 中에 含量 3~4%²¹⁾와 비슷하였다.

2. 脂肪酸組成의 變化

種子油의 構成脂肪酸을 GLC에 의하여 分離, 定量한 結果는 Table 3과 같다.

採油直後의 palmitic acid, stearic acid, oleic ac-

Table 3. Changes in Fatty acid Composition from Sunflower Seed Oil for thermally oxidized at 100 °C and 180 °C

Components (%)	0		4		8		16		24		32	
	Temp. (°C)	(hrs) Time	Temp. (°C)	(hrs) Time	Temp. (°C)	(hrs) Time	Temp. (°C)	(hrs) Time	Temp. (°C)	(hrs) Time	Temp. (°C)	(hrs) Time
Palmitic acid	6.21		6.23	6.31	6.23	6.35	6.31	6.39	6.39	6.77	6.54	6.85
Stearic acid	4.50		4.55	4.61	4.59	4.61	4.71	4.61	4.65	4.84	4.68	5.13
Oleic acid	59.84		59.76	59.77	59.80	60.02	61.86	60.02	60.50	61.33	60.78	63.87
Linoleic acid	29.48		29.45	29.32	29.28	29.06	27.06	29.06	28.46	27.05	28.00	24.16

id 및 linoleic acid의 含量은 各各 6.21%, 4.50%, 59.84%, 29.48%였다. 이는 특히 美國에서 生産되는 해바라기 種子油의 脂肪酸組成^{22), 23)}과 比較하면 palmitic acid, stearic acid의 含量은 비슷하게 含有하고 있었으나, oleic acid의 含量은 約 20~30% 높은 反面에 linoleic acid의 含量은 約 20~30% 낮았다. 이는 栽培地條件과 氣候條件等에 따라서 해바라기 種子油의 脂肪酸組成이 달라진다고 Cummins^{6), 24)} 등이 報告한 바 있다. 또한 palmitic acid는 100 °C, 180 °C에서 處理 中 各各 0.33%, 0.64%, stearic acid는 0.18%, 0.63%의 微微한 增加 現象을 나타내었으며, oleic acid는 100 °C에서 32 時間경과 後 0.94%의 微量이 增加하였으나, 180 °C에서는 4.03%의 보다 많은 增加 現象을 보였다. 그러나 linoleic acid의 含量變化를 보면 100 °C에서는 1.48% 減少하였으며, 180 °C에서는 더욱 심하여 5.32% 減少하였다.

이와 같은 結果는 處理時間이 길고 處理溫度가 높아짐에 따라 脂肪酸의 含量變化는 더욱 심하였다. 이는 一般적으로 linolenate는 linoleate 보다 15~2 배, 그리고 oleate 보다 16~25 배 빨리 酸化된다는

Kawahara 등⁴⁾의 報告로 미루어보아 本實驗에서도 linoleic acid는 역시 다른 어느 脂肪酸보다 신속히 酸化하였음을 알 수 있으며, 그 結果 相對적으로 이의 量은 크게 減少하였으며, 반대로 oleic acid, palmitic acid 및 stearic acid가 增加한 것으로 思料된다.

또한 이와같이 많은 量의 linoleic acid가 減少한 結果는 Kummerow 등²⁵⁾에 의하면 空氣 中에서 脂肪의 加熱은 不飽和脂肪酸이 過酸化물이 되고 이 過酸化물은 다시 carbonyl 化合物과 hydroxy acid 로 分解되며, 그 一部는 部分的으로 酸化된 脂肪이 高分子化 된다고 報告하였는데 本實驗에서도 많은 量의 linoleic acid가 減少한 結果는 加熱酸化에 의하여 相當 量이 過酸化물과 高分子物이 形成되는 것으로 思料된다. 그리고 本實驗에 利用한 標準脂肪酸과 採油直後 種子油의 Gas-Chromatogram은 Fig. 2, 3, 4 와 같다.

3. 中性脂質 成分의 變化

試料를 TLC로 分離하여 標準試料와 比較한 結果는 Fig. 5와 같으며, 分離한 各脂肪酸의 Chromatogram을 Amenta法¹⁷⁾에 의하여 定量한 結果는 Table 4와 같다.

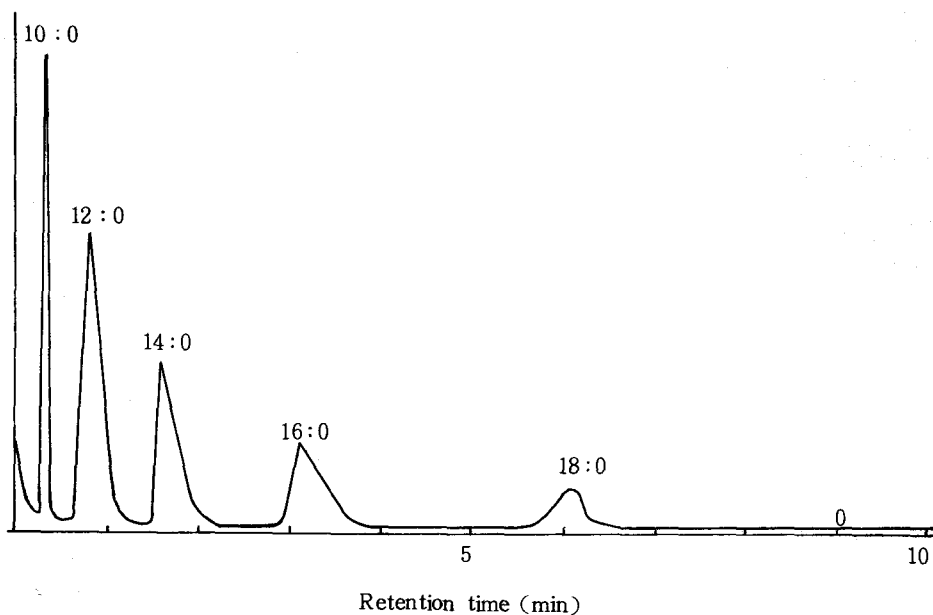


Fig.2. Gas chromatogram of methyl ester of standard fatty acid

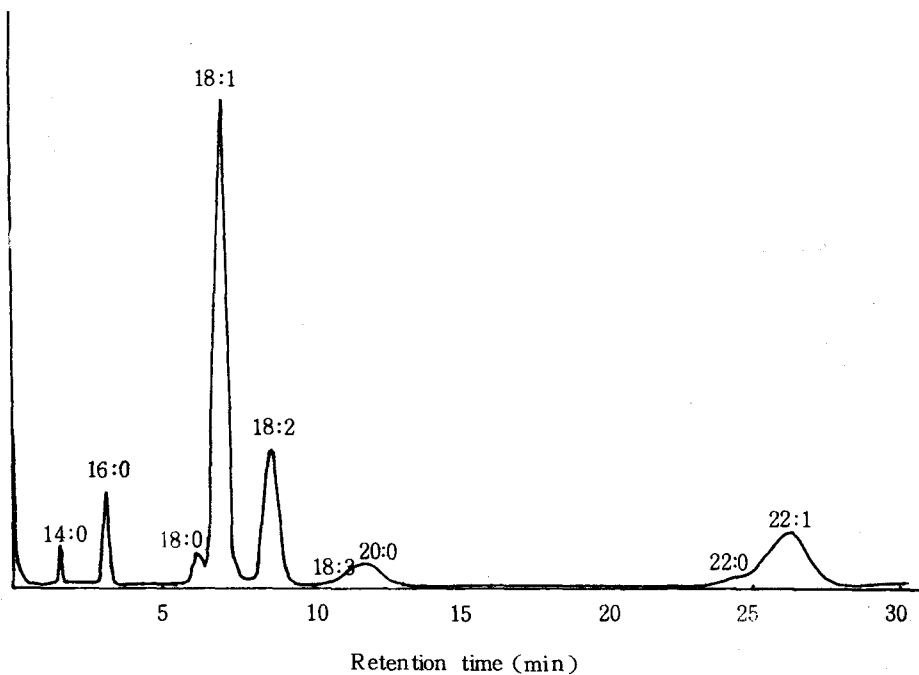


Fig.3. Gas chromatogram of methyl ester of standard fatty acid

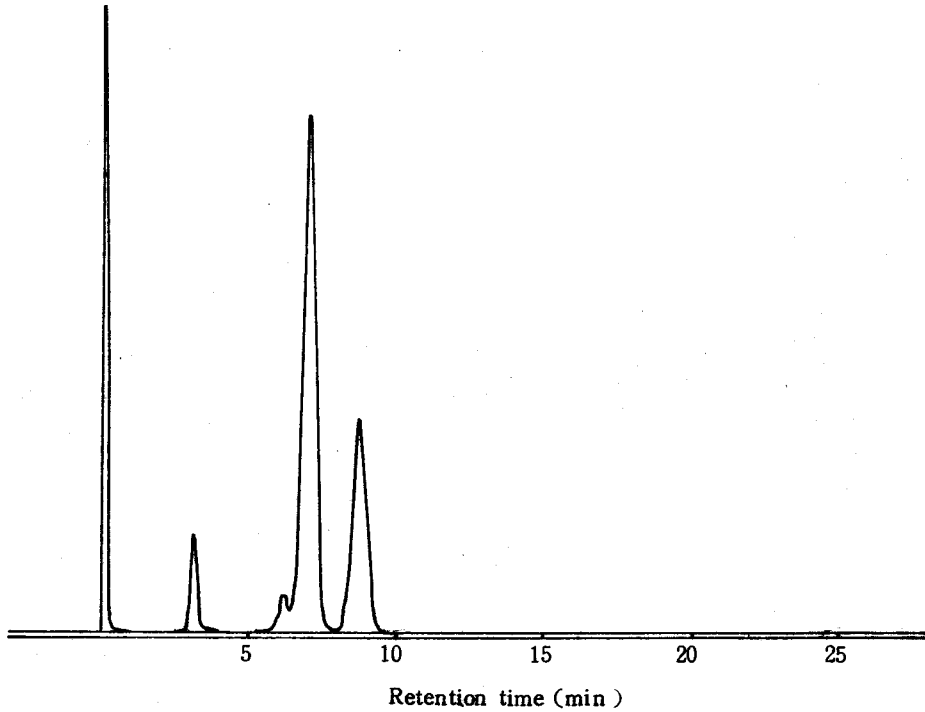


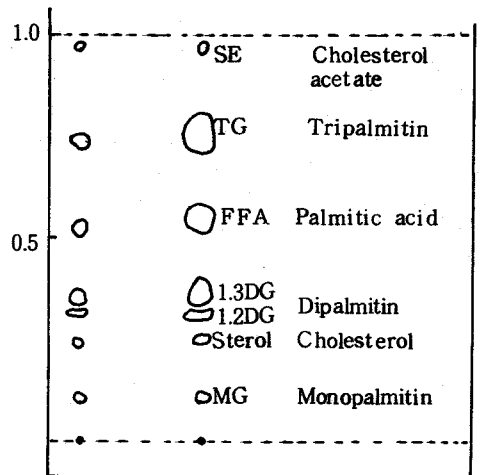
Fig 4. Gas chromatogram of methyl ester of unheated Sunflower Seed Oil

Table 4. Composition of Neutral Lipid fractions from Sunflower Seed Oil.

Components	%
Triglyceride	78.18
Diglyceride	9.0
Monoglyceride	0.66
Free Fatty acid	7.74
Sterol	2.02
Sterol Ester	2.41

即, 試料의 中性脂質成分은 다른 一般植物性 油脂와 같이 主成分이 triglyceride 로서 約 78.18 %를 차지하고 있으며, 그 밖의 成分으로서는 diglyceride, monoglyceride, free fatty acid, sterol 및 sterol ester 가 各各 9.0 %, 0.66 %, 7.74 %, 2.02 %, 2.41% 含有하고 있다. 또한 100 °C 180 °C에서 各 處理 中의 中性脂質成分의 變化는 Table 5 와 같다.

即, triglyceride 는 100 °C, 180 °C에서 供히 處理 時間이 경과함에 따라 점차 減少現象을 보였으며, 특히 180 °C에서는 32 時間後 24.22 % 減少하였다. 이



Standard Absorbent : Silicagel G.
 Solvent : Pet. -ether- diethyl ether- acetic acid=80:30:1 (V/V/V)
 Color-reagent : Iodine-pet-ether soln.

Fig 5. Thin layer chromatogram of Lipid Standards and lipids in Sunflower Seed Oil

Table 5. Changes in Neutral Lipid Fractions from Sunflower Seed Oil for thermally oxidized at 100 °C and 180 °C.

(%) Components	(hrs) Time Temp.(C)	0		4		8		16		24		32		
		-	100 °C	180 °C	100 °C	180 °C	100 °C	180 °C	100 °C	180 °C	100 °C	180 °C	100 °C	180 °C
Triglyceride		78.18	75.82	74.05	74.41	69.16	72.56	68.02	70.96	58.93	62.21	53.96		
Diglyceride		9.0	9.02	9.96	9.13	10.16	9.32	11.59	10.59	19.18	16.22	21.08		
Monoglyceride		0.66	0.89	2.92	1.03	3.42	1.29	3.59	1.41	3.89	2.23	7.08		
Free fatty acid		7.74	8.07	8.12	8.72	9.90	8.86	10.15	9.48	8.52	13.40	7.95		

와 反對로 diglyceride와 monoglyceride 는 점차 增加하였는데, 100 °C, 180 °C에서 32時間後 各各 diglyceride는 7.22 %, 12.08 %, 그리고 monoglyceride는 1.57 %, 6.42 % 增加하였다. 即 處理時間이 길고, 溫度가 높을수록 triglyceride 減少現象이 뚜렷하게 나타났으며, 反面에 diglyceride, monoglyceride는 점차 增加하였다. 이와같은 結果는 脂肪質이 加熱에 의하여 triglyceride는 diglyceride로 diglyceride는 monoglyceride로 단계적으로 加水分解가 進行된다는 Buziassy等^{26) 27)}의 報告와 일치하는 傾向을 보였다.

또한 free fatty acid는 100 °C에서는 점차 增加하여 32時間 經過後 5.56 % 增加 하였으나 180 °C 경우는 16時間까지는 2.41 % 增加現象이 나타났으며, 그 以後 減少하였는데 이는 高溫加熱에 의해 free fatty acid가 carbonyl 化合物과 低級化合物로 分解되었다고 思料된다²⁸⁾

4. 沃度價 및 過酸化物價의 變化

沃度價의 變化는 Fig. 6 과 같다.

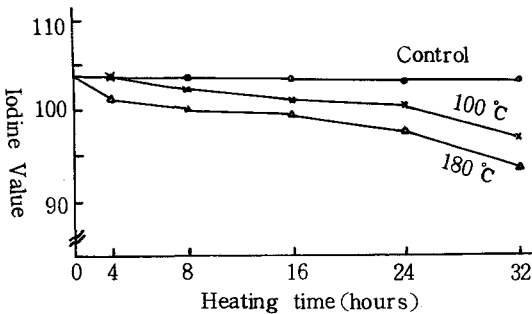


Fig. 6. Changes of Iodine Value of Sunflower Seed Oil thermally oxidized at 100 °C and 180 °C.

即, 沃度價의 變化는 採油 直後 104 로서 이는 外國에서 生産되는 해바라기 種子油의 110~125의 數値보다 낮았다. 이와같은 結果는 linoleic acid의 含量이 外國産에 比해²⁹⁾ 그 含量이 낮기 때문이라고 思料되며, 100 °C, 180 °C에서 32時間 經過後 各各 97, 94 로서 處理溫度가 높고 時間이 길어짐에 따라 減少現象이 뚜렷하게 나타났다. 이와같은 事實은 一般的으로 加熱時間이 길어짐에 따라 沃度價는 減少한다는 List等^{9) 30)}의 報告와 일치하며, 또한 이 事實은 Table 3의 結果와 같은 傾向을 나타내고 있다. 過酸化物價의 變化는 Fig. 7 과 같다.

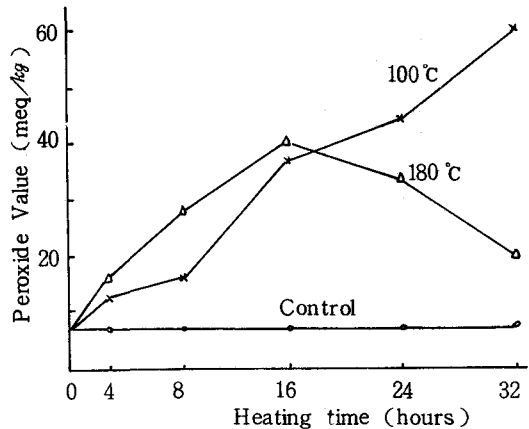


Fig. 7. Changes of Peroxide Value of Sunflower Seed Oil thermally oxidized at 100 °C and 180 °C

即, 採油直後 過酸化物價는 6.1이었으며 100 °C에서는 處理時間이 經過함에 따라 점차 增加하였다. 그러나 180 °C에서 16時間까지는 增加現象을 보였으나, 그 후 減少하였다. 이와같은 結果는 16時間까지는 分解反應보다 酸化反應이 더욱 컸으며, 그 以後

에는 分解反應이 더욱 심하여 carboxylic acid와 第二次 反應의 進行等 일련의 계속적인 反應에 의한 것으로 思料되며, 이는 Perkins³⁰⁾의 報告와 類似한 傾向을 보였다.

IV. 要 約

國內產 해바라기 種子油를 使用하여 加熱酸化에 의한 變化를 檢討하기 위하여 脂肪酸組成 및 中性脂質成分의 變化와 特性을 測定한 結果는 다음과 같다.

種子油 中에는 中性脂質, 糖脂質 및 磷脂質의 含量은 各各 94.1%, 3.2% 및 2.7%였다. 脂肪酸組成은 採油直後 oleic acid가 59.84%로 가장 많고 linoleic acid는 29.48%로 그 다음으로 많으며 p-almitic 및 stearic acid가 各各 6.21% 및 4.50%였다. 이는 外國에서 生産되는 種子油와 比較하면 linoleic acid가 20~30% 낮은 反面에 oleic acid는 20~30%정도 높았다.

處理後 linoleic acid 含量은 100℃, 180℃에서 各各 1.48%, 5.32% 減少되었으나, oleic, palmitic 및 stearic acid는 相對적으로 增加하였다. 또한 中性脂質 成分은 triglyceride, diglyceride 및 free fatty acid 등의 含量順으로 6個의 成分을 확인 하였고 處理後에 있어서는 triglyceride는 減少한 反面에 diglyceride 및 monoglyceride는 漸次 增加하였다. 또한 free fatty acid는 100℃에서 漸次 增加하였으나 180℃ 16時間 以後에는 약간의 減少를 보였다. 沃度價는 處理後 減少하였으며, 過酸化物價는 100℃에서 漸次 계속 增加하였으나, 180℃에서는 16時間 까지는 增加하였으나 그以後 減少 現象을 나타내었다.

參 考 文 獻

- 1) Thompson, J.A., Paulose, M.M., Reddy, R.R., Krishnamurthy, R.G. and Chang, S.S., A limited survey of fats and oils commercially used for deep fat frying. *Food Technol.*, 21, 405-407, 1967.
- 2) Perkins, E.G., Formation of non-volatile decomposition products in heated fats and oils. *Food Technol.*, 21, 611-616, 1967.
- 3) Jacobson, G.A., Quality control of commercial deep fat frying. *Food Technol.*, 21, 147-159, 1967.
- 4) Kawahara, F.K., Dutton, H.T. and Cowan, J.C., Volatile cleavage products of autoxidized methyl linoleate., *J. Am. Oil Chemists' Soc.* 29, 633-636, 1952.
- 5) Smith, A.K., Practical considerations in commercial utilization of oilseeds. *J. Am. Oil Chemists' Soc.* 48, 38-42, 1971.
- 6) Cummins, D.G., Marion, J.E., Craigmiles, J.P. and Burns, R.E., Oil content; fatty acid composition, and other agronomic characteristics of sunflower introductions., *J. Am. Oil Chemists' Soc.* 44, 581-584, 1967.
- 7) Zimmerman, D.C. and Fick, G.N., Fatty acid composition of sunflower oil as influenced position., *J. Am. Oil Chemists' Soc.* 50, 273-275, 1973.
- 8) Fedeli, E., Jacini, G., Regional differences of lipid composition in morphologically distinct fatty tissues. *J. Am. Oil Chemists' Soc.* 49, 233-238, 1972.
- 9) List, G.R., Evans, C.D. and Moser, H.A., Florov and oxidative stability of northern grown sunflower seed oil. *J. Am. Oil Chemists' Soc.* 49, 287-291, 1972.
- 10) Luckadoo, B.M., Sherwin, E.R., Tertiary Butylhydroquinone as antioxidant for crude sunflower seed oil., 49, 95-97, 1972.
- 11) 申正均, 튀김調理에 의한 食用油脂의 變化에 관한 研究, 대한가정학회지, 11, 12-25, 1973.
- 12) 장유경, 이정원, 김택제, 市販 食用油의 加熱時間에 따른 品質變化에 관한 研究, 韓國食品科學會誌, 10, 112-118, 1978.
- 13) Folch, J., Lees, M., A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues., *J. Biol. Chem.* 226, 497-509, 1957.
- 14) Rouser, G. Kritchevsky, G., Quantitative analysis of brain and spinach leaf lipids employing silicic acid column chromatography and acetone for elution of glycolipids., *Lipids* 2, 37-40, 1967.
- 15) 油脂および油脂製品試驗法部會, 油化學, 19, 337-339, 1970.
- 16) Mangold, H.K., Thin-layer chromatography of lipid., *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, 38, 708-727, 1961.
- 17) Amenta, J.S., A rapid chemical method for quantification of lipids separated by thin-layer chromatography., *J. Lipid Res.* 5, 270-272, 1964.
- 18) Method of analysis of A.O.A.C., 13th ed, Washington, D.C., 440, 1980.

- 19) 小原哲二郎, 食品分析 ハンドブック, 155, 1977.
- 20) 鄭安錫, 辛孝善, 銀杏種實의 脂質成分에 관한 研究, 한국식품과학회지 10, 119-123, 1978.
- 21) De Man, J.M., Principles of food chemistry, AVI Pub. Co. 52, 1976.
- 22) Kinman, M.L., Breeding for lipid and amino acid composition in sunflower., J. Am. Oil Chemists' Soc. 49, 36-37, 1972.
- 23) Earle, F.R., Vanetten, C.H., Compositional data on sunflower seed. J. Am. Oil Chemists' Soc. 45, 876-879, 1968.
- 24) Robertson, J.A., Sunflowers., J. Am. Oil Chemists' Soc. 49, 239-244, 1972.
- 25) Kummerow, F.A., Toxicity of heated fats, Lipids and their oxidation. AVI Pub. Co. 294-298, 1962.
- 26) Buziassy, C. and Nawar, W.W., Specificity in thermal hydrolysis of triglycerides., J. Food Sci., 33, 305-307, 1968.
- 27) Nawar, W.W., Thermal degradation of lipids. J. Agr. Food Chem. 17, 18-21, 1969.
- 28) Johnson, O.C. and Kummerow, F.A., Chemical changes which take place in an edible oil during thermal oxidation. J. Am. Oil Chemists' Soc. 31, 407-409, 1957.
- 29) Spencer, G.F., Fatty acid composition as a basis for identification of commercial fats and oils. J. Am. Oil Chemists' Soc. 53, 94-96, 1976.
- 30) Perkins, E.G., Nutritional and chemical changes occurring in heated fats., Food Technol., 14, 508-514, 1960.