

## 反復 加熱過程 中の 일부 抗酸化劑 殘存量 및 大豆油 性狀의 變化

李 亨 燮\* · 金 東 勳

\*韓國科學技術研究所 食品工學研究室 · 高麗大學校 農科大學 食品工學科  
(1979년 1월 31일 수리)

### Variation of Antioxidant Retention and Some Properties of Soybean Oil during Simulated Frying Operations

Hyoungh-Sub Lee\* and Dong-Hoon Kim

\*Food Technology Laboratory, KIST and Department of Food Technology, Korea University, Seoul  
(Received January 31, 1979)

#### Abstract

Antioxidants, BHA, BHT and PG were added to a commercial soybean oil at a level of 200 ppm, and the antioxidant-treated oils and a control oil were subjected to 30 min. heating at  $150 \pm 2^\circ\text{C}$  and 23.5 hr. cooling at room temperature for 6 times. Variations of % antioxidant retention and some physical and chemical properties of the oils were investigated.

The results of the present study were as follows.

1. The % retention of BHA, BHT and PG after the second heating and cooling was respectively 60.5, 55.7 and 40.5 %. That of BHA, BHT and PG after the 6th heating and cooling was respectively 5.7, 3.0 and 1.8 %.
2. The refractive indices and viscosity of the oils, including the control, increased slowly at first, but after 4th heating and cooling, these values increased rapidly. The color indices of the oils, including the control, increased very rapidly, but after the 2nd heating and cooling, the rates of the increase diminished considerably.
3. The efficiency of each antioxidant in suppressing peroxide, thiobarbituric acid, and acid value development decreased rapidly as the antioxidant contents of the oils decreased. After the 6th heating and cooling, the peroxide, thiobarbituric acid and acid values of the oils treated initially with the antioxidants did not differ appreciably from those of the control.

#### 序 論

食用油脂 및 脂肪質食品에 있어서 高溫에서 長時間 加熱할 때 그 品質에 影響주는 가장 重要한 要因은 油脂내지는 油脂成分의 加熱酸化에 의한 變化로<sup>(1,2)</sup> 알려져 있다. 즉 自動酸化, 重合, 熱分解 및 加水分解 등의 變化, 具體的으로는 粘度的 增加,<sup>(3,4)</sup> 屈折率의 增

加,<sup>(5,6)</sup> 색깔의 變化,<sup>(7)</sup> 遊離脂肪酸 含量的 增加,<sup>(8)</sup> 過酸化物質의 增加,<sup>(9)</sup> non-urea adduct forming fatty acid esters의 增加,<sup>(10)</sup> 沃度價의 減少, 즉 不飽和脂肪酸含量的 減少<sup>(11)</sup> 등이 일어난다고 한다. 또한 過度로 加熱酸化된 油脂나 油脂成分은 實驗動物에 成長抑制作用을 비롯한 毒性作用을 나타낼 뿐만아니라, 경우에 따라서는 發癌性까지 갖는다는 報告가 있다.<sup>(12-17)</sup> 그러므로 加熱酸化 過程을 겪는 食用油脂나 脂肪質食品

에 있어서는 보통 各種의 抗酸化劑를 法이 許容하는 限度내에서 添加하여 以上の 油脂製品들이 劣化를 防止하려고 하고있다. Branen<sup>(18)</sup>은 이 抗酸化劑의 使用으로 많은 脂肪質食品의 貯藏性이 15내지 200%가 증가될 수 있다고 평가하고 있다. 한편, 이 抗酸化劑들은 使用된 基質內에서 加熱酸化에 따라 自身の 酸化, 熱分解 및 蒸發 등에 의해서 그 含量과 効力이 減少되는 것으로 알려져 있다. 즉 梶本 등<sup>(19)</sup>은 cellophane 등으로 된 봉지에 抗酸化劑 BHA가 添加된 튀김기름이 吸收된 濾過紙와, 튀김대두를 넣고 貯藏日數에 따른 BHA의 濾過紙내의 殘存率과 튀김대두에로의 移行量을 調査한 結果, 30日後에는 약 70%, 50日後에는 약 55%가 殘存했다고 한다. 또한, 튀김대두로의 移行率은 30日後에는 10%, 50日後에는 15%였다고 한다. 梶本 등<sup>(20)</sup>은 lard에 BHA 0.02%를 添加하여 frying pan에서 150°C 및 200°C에서 加熱할 때의 BHA의 損失量을 調査하였다. 그 結果, 200°C에서 30分 加熱時 75%가 減少되었으며, 150°C에서 180分間 加熱 했을 때는 完全히 消失되었다고 한다. 岡田<sup>(21)</sup> 등은 튀김할 때의 lard內의 BHT의 殘存率을 調査한 結果, 튀김初期에는 急激히 減少하였으며, 튀김時間과 BHT의 殘存率의 對數 사이에는 比例關係가 成立했다고 報告하고 있다. Barwood 등<sup>(22)</sup>은 綿實油에 감자조각을 넣고 튀김할 때, 기름에 添加된 BHA나 PG는 174°C에서 1.5時間 加熱할 때는 그 濃도가 1/2로 감소되었다고 한다. 李<sup>(23)</sup>는 消泡劑와 TBHQ (200 ppm) 또는 BHA+BHT(100+100 ppm)를 添加한 食用油의 高溫에서의 安定性을 調査한 結果 TBHQ는 高溫에서 安定성에 별 영향을 받지 않았으나, BHA+BHT가 첨가된 기름은 그 安定성이 크게 減少되었다고 한다. 한편, 國內에서는 튀김過程 乃至는 이와 類似한 加熱過程에서의 各種抗酸化劑의 安定性, 또는 튀김기름의 物理的, 化學的 變化에 對한 研究은 그리 많지 않은 것 같다.

따라서 本實驗에서는 우리나라에서 튀김기름으로 가장 널리 使用되고 있는 食用大豆油<sup>(24)</sup>에 添加된 各種抗酸化劑들의 튀김過程에 의한 損失狀況과 物理的, 化學的變化를 보기 위한 目的으로 다음과 같은 實驗을 實施하였다. 즉, 國內에서 使用이 許容되고 있는 抗酸化劑 BHA, BHT와 PG가 添加되어 있는 食用大豆油를 가지고 實際튀김過程과 유사한 加熱實驗을 反復하면서 以上の 抗酸化劑들의 殘存率, 튀김에 使用한 기름의 物理的, 化學的變化를 調査하였다.

## 實驗材料 및 方法

### 1. 實驗에 使用된 基質

本實驗에서 基質로 使用된 油脂는 市販 食用大豆油였다. 反復加熱實驗에 使用되기 直前의 이 기름의 過酸化物價(POV)는  $0.42 \pm 0.03$  millimoles/kg oil, TBA價는  $0.13 \pm 0.01$ , 遊離脂肪酸價(AV)는  $0.12 \pm 0.07$ , 添度價(IV)는  $129.4 \pm 1.0$ 였다.

### 2. 基質의 化學的 및 物理的性質의 測定

過酸化物價는 Wheeler의 方法<sup>(25)</sup>, TBA價는 Sidwell 등의 方法<sup>(26)</sup>, AV는 Unilever laboratory에서 制定한 方法<sup>(27)</sup>으로 測定하였다. 한편, 屈折率은 Abbe refractometer (Erma. Optical Co., Japan)로 測定하여  $n_D^{20}$ 으로 表示하였으며, 粘度는 Brookfield viscometer LV Type (Brookfield Lab. Co., U.S.A.)로 日本基準油脂試驗法<sup>(28)</sup>에 의해서 測定하여 Centipoise (CP)로 表示하였다. Color index는 原田 등의 方法<sup>(29)</sup>에 따라 Beckmann spectrophotometer model 25로 430 nm에서의 absorbance로 表示하였다.

### 3. 一部基質의 抗酸化劑 處理

基質에 添加된 抗酸化劑들은 butylated hydroxyanisole (BHA, Showa Chemical Co., Japan), butylated hydroxytoluene (BHT, Showa Chemical Co., Japan), n-propyl gallate (PG, Isuzu Chemical Co., Japan)였으며, 各試料에 0.02% (w/w)씩 添加되었다. 抗酸化劑 處理하지않는 基質을 control, 또한 BHA, BHT 및 PG를 0.02%씩 含有한 基質을 各各 BHA, BHT 및 PG 試料區로 表示하였다.

### 4. 基質의 反復加熱過程(simulated frying operations).

反復加熱實驗에 使用된 frying pan은 市販 teflon-coated frying pan(직경 25.8 cm×높이 6 cm, 容量 3,130 ml)였다. 反復加熱過程으로써는 上記의 基質을 frying pan에 1,800 g 가량 넣어서  $150 \pm 2^\circ\text{C}$ 에서 30分간 加熱한 後, 23.5時間 뚜껑을 덮고 放冷하였으며, 이와같은 過程을 계속 6回 實施하였다. 이때 모든 試料의 空氣接觸面積은  $0.29 \text{ cm}^2/\text{g}$ 였다.

### 5. 本實驗에 使用할 基質內의 BHA, BHT, PG의 存在確認實驗

먼저 本實驗에 使用할 基質에 대한 BHA, BHT 및 PG의 存在與否確認實驗을 實施했다. 즉, BHA와 PG는 Mahon과 Chapman 등의 方法<sup>(30)</sup>에 의하여 確認했다. 한편, BHT는 天野 등의 方法<sup>(31)</sup>에 의해서 그 存在與否를 確認하였다. 以上の 實驗의 結果, 本實驗에 使用된 大豆油에는 BHA, BHT 및 PG 등이 미리 添加되어 있지 않았음을 確認했다.

### 6. 加熱處理後의 各 試料區의 BHA, BHT 및 PG殘存量의 定量

a. BHA試料區에서의 BHA殘存量의 定量은 Mahon Chapman의 比色定量法<sup>(32)</sup>에 따랐다. 즉, 試料 10 g을 Pet. ether 50 ml에 溶解시킨後, 72% (v/v) ethanol 25 ml로 3回抽出하였다. 그 다음 계속하여 抽出溶媒 60 ml로 1回抽出하여 4회의 抽出液을 合하여 여과한 後 72% ethanol로 200 ml로 하였다. 上記 抽出液을 2 ml 取하여 72% ethanol로 12 ml로 한 後 2,6-dichloroquinonechlorimide의 0.01% ethanol 溶液 2 ml 加한 다음 2.0% borax buffer( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , pH 9.4) 2 ml를 加하여 15分간 靜置시켜 發色시켰다. Blank (72% ethanol 12 ml+發色試藥 2 ml)와 함께 Beckmann spectrophotometer Model 25를 使用하여 620 nm에서의 absorbance를 測定하여 別途作成한 標準檢量曲線에 의해서 BHA量을 推定하였다.

b. BHT 試料區에서의 BHT殘存量의 定量은 Senten과 Waumans등의 方法<sup>(33)</sup>에 의하여 gas-liquid chromatography(GLC)를 使用하여 定量하였다. 즉, 試料 5 g, anhyd.  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  2 g, acetonitrile 5 ml을 centrifuge-tube에 넣고 3,000 RPM에서 5分동안 遠心分離시킨후 上層의 acetonitrile 抽出層을 1 ml 取하여 GLC 定量用 試料로 하였다. Gas-liquid chromatography (GLC)는 Varian Aerograph Series 2,100 gas-liquid chromatographic equipment를 使用하였다. 사용시의 specifications은 다음과 같다.

Detector: Flame Ionization detector  
 Column: 6'x1/4" 10% SE 30, Varaport 30 (80~100 mesh)  
 Carrier gas:  $\text{N}_2$  20 ml/min,  $\text{H}_2$  30 ml/min, air 300 ml/min  
 Column temperature: 130°C, injection temperature: 200°C, detection temperature: 230°C  
 Chart speed: 0.25 in/min

BHT의 殘存量은 Half-band width法<sup>(34)</sup>으로 計算, BHT의 標準 peak area와 比較 推定하였다. BHT의 標準 peak area는 基質大豆油에 BHT 0.02% (w/w)를 添加하여 上記와 同一한 方法으로 GLC를 實施하여 얻었다.

c. PG 試料區에서의 PG 殘存量의 定量은 A.O.A.C. 法<sup>(35)</sup>에 의하여 實施하였다.

**結果 및 考察**

**1. 連續加熱 및 反復加熱時의 各基質의 BHA, BHT 및 PG의 殘存率**

150±2°C에서 連續的으로 加熱했을때 加熱時間에 따

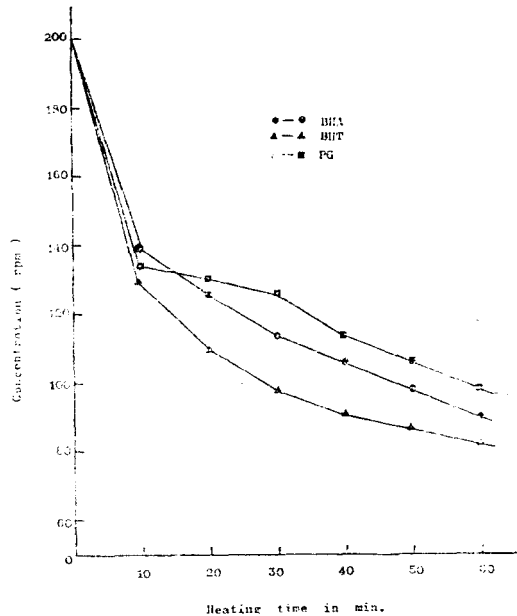


Fig. 1. Variation of BHA, BHT and PG concentration in soybean oil substrates during continuous heating at 150±2°C

른 各試料區의 基質大豆油내의 BHA, BHT 및 PG의 殘存量의 變化는 Fig. 1과 같다. 加熱初期, 즉 加熱10分後까지는 BHA, BHT 및 PG의 殘存量은 急激히 감소하였었다. 그러나, 加熱時間이 10分을 經過한 後부터는 殘存率은 점차로 완만한 감소現象을 나타냈었다. 加熱30分後의 BHA, BHT 및 PG의 殘存率은 各各 57.8%, 49.5%와 62.3%였다. 加熱60分後의 BHA, BHT 및 PG의 殘存率은 各各 46.5%, 41.3%와 50.0%로써 添加된 抗酸化劑들의 1/2以上이 損失되었었다. 한편, 反復加熱回數에 따른 BHA, BHT 및 PG의 殘存率의 變化는 Fig. 2에 표시된 바와 같다. 즉, 反復加熱回數에 따른 各抗酸化劑의 殘存量의 감소는 매우 急激하였었다. 反復加熱의 第1回過程後의 BHA, BHT 및 PG의 殘存率은 各各 66.4%, 75.4%와 55.2%였다. 한편, 第2回過程後의 BHA, BHT 및 PG의 殘存率은 各各 60.5%, 55.7% 및 40.5%였으며, 세가지 抗酸化劑中 PG는 2回の 反復加熱過程에 의해서 添加量의 1/2以上이 損失되었었다. 6回の 反復加熱過程後의 BHA, BHT 및 PG의 殘存率은 各各 5.7%, 3.0%와 1.8%로써 세가지 抗酸化劑가 모두 거의 損失되었음을 알 수 있었다.

以上的 結果로 BHA, BHT와 PG는 高溫에서 加熱時間이 길수록, 특히 反復加熱의 回數가 많아짐에 따라 그 損失이 急速度로 커짐을 알 수 있었다. 反復加熱의

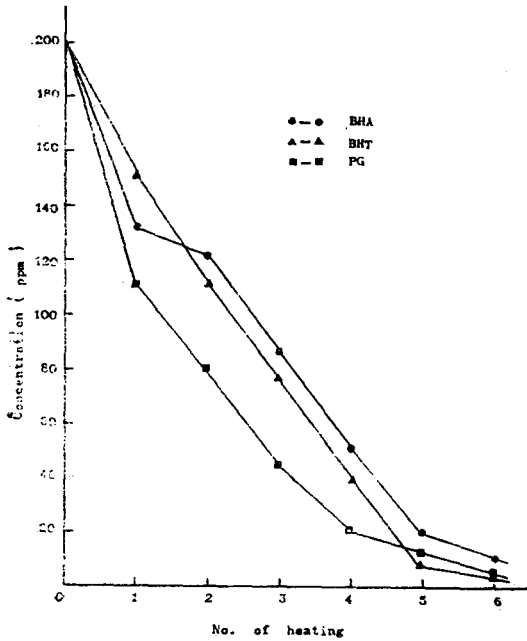


Fig. 2. Variations of BHA, BHT, and PG concentration in soybean oil substrates during simulated frying operations (repetition of 30min. heating at  $150 \pm 2^\circ\text{C}$  and 23.5 hr. cooling at room temperature)

경우, PG가 특히 不安定하였으나 이는 PG의 加熱에 대한 不安定性에 관한 報告<sup>(36)</sup>와 一致되는 結果였다. 이들 抗酸化劑의 連續加熱 乃至는 反復加熱過程에서의 損失은 주로 熱에 의한 揮發, 加熱酸化에 의한 分解등에 起因하는 것으로 알려져 있다.<sup>(37)</sup> 또한 이와같은 損失은 基質의 空氣接觸面積이 클수록, 加熱溫度가 높을수록 커지는 것으로 알려져 있다.<sup>(1)</sup>

2. 反復加熱過程중의 各基質의 屈折率, 粘度 및 Color Index의 變化

反復加熱回數에 따른 基質大豆油의 屈折率, 粘度 및 color index 등의 物理的性質의 變化는 各各 Fig. 3, 4 및 5와 같았다. 屈折率과 粘度의 경우, control을 포함한 모든 試料區의 屈折率과 粘度는 反復加熱回數 2회까지는 계속 增加하였다. 2회以上 4회까지는 그 增加가 다소 완만해 졌으나 4회以後로는 다시 急速하게 增加하였다. 屈折率의 경우, control의 屈折率은 全期間을 통해서 다른 試料區의 경우보다 현저히 컸었다. 粘度의 경우도 control의 粘度는 全期間에 걸쳐서 다른 試料區의 粘度보다 컸었으나 그 差異는 屈折率의 경우처럼 현저하지는 않았다. 屈折率의 경우나 粘度의 경우나 各試料區間의 差는 뚜렷하지 않았었다.

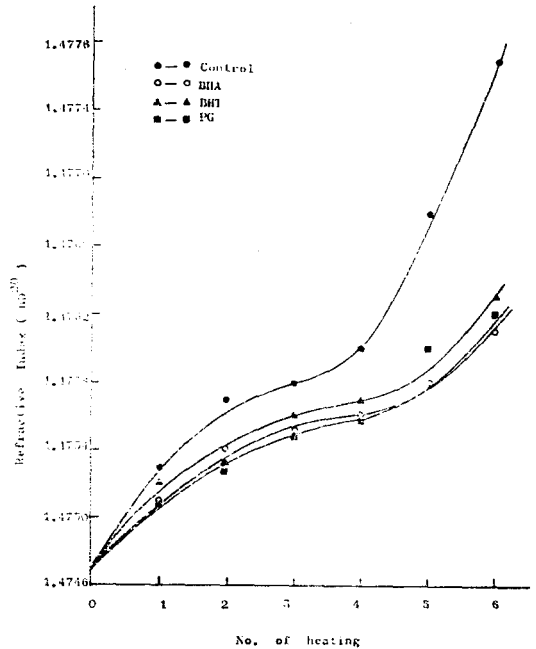


Fig. 3. Variations of refractive index at  $20^\circ\text{C}$  of the control and other soybean oil substrates during simulated frying operations (30min. heating at  $150 \pm 2^\circ\text{C}$  and 23.5 hr. cooling at room temperature)

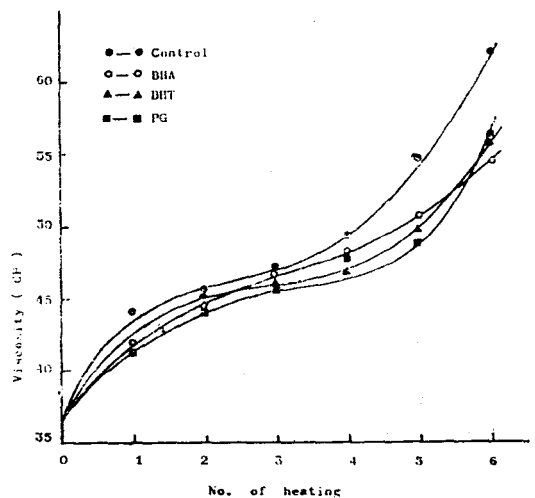


Fig. 4. Variations of viscosity, in cp, of the control and other soybean oil substrates during simulated frying operations (30 min. heating at  $150 \pm 2^\circ\text{C}$  and 23.5 hr. cooling at room temperature)

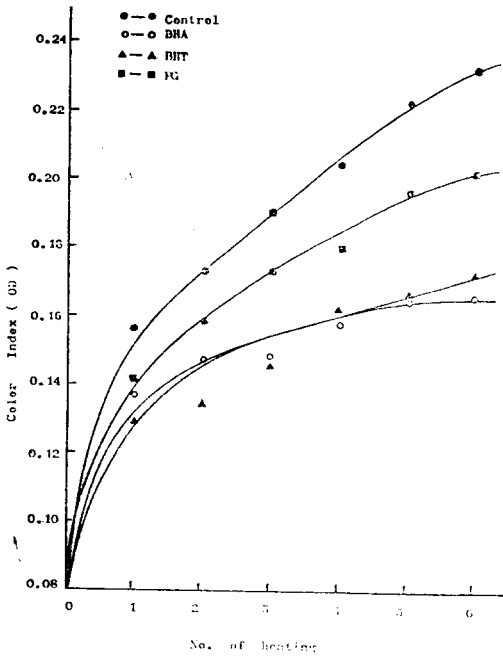


Fig. 5. Variations of color index, at 430 nm, of the control and other soybean oil substrates during simulated frying operations (30 min. heating at 150±2°C and 23.5 hr. cooling at room temperature)

Table 1. Variations of peroxide values<sup>1,2)</sup> of the control and other soybean oil substrates during simulated frying operations<sup>3)</sup>

Substrate	Control	BHA	BHT	PG
No. of heating				
0	0.42	0.42	0.42	0.42
1	12.1	9.3	8.6	8.5
2	18.8	12.9	12.0	14.0
3	21.5	13.7	15.5	16.2
4	22.8	15.7	17.9	19.5
5	24.4	17.8	22.4	23.3
6	27.8	26.4	27.5	26.8

- 1) Peroxide values were determined by the method described by Wheeler<sup>(20)</sup>, and expressed as millimoles of peroxides/kg oil.
- 2) Each value is the mean.
- 3) Repetition of 30 min. heating at 150±2°C and 23.5 hr cooling at room temperature.

control을 포함한 各試料區의 Color Index는 反復加熱初期에 急速히 增加했으나, 反復加熱2回以後에는 그 增加速度는 減少했었다. control의 Color Index는 全期間을 통해서 其他의 試料區보다 현저히 큰 數値를 보여 주었었다. 各抗酸化劑處理試料區에서는 BHA 및

Table 2. Variations of thiobarbituric acid values<sup>1,2)</sup> of the control and other soybean oil substrates during simulated frying operations<sup>3)</sup>

Substrate	Control	BHA	BHT	PG
No. of heating				
0	0.13	0.13	0.13	0.13
1	0.56	0.47	0.56	0.53
2	0.86	0.66	0.64	0.85
3	0.88	0.70	0.80	0.88
4	0.98	0.74	0.91	0.97
5	1.22	0.83	1.20	1.18
6	1.33	1.14	1.23	1.24

- 1) Thiobarbituric acid values were determined by the method described by Sidwell et al<sup>(27)</sup>.
- 2) Each values is the mean.
- 3) Repetition of 30 min. heating at 150±2°C and 23.5 hr cooling at room temperature.

Table 3. Variations of acid values<sup>1,2)</sup> of the control and other soybean oil substrates during simulate dfrying operations<sup>3)</sup>

Substrate	Control	BHA	BHT	PG
No. of heating				
0	0.12	0.12	0.12	0.12
1	0.28	0.23	0.22	0.27
2	0.36	0.28	0.26	0.32
3	0.40	0.36	0.32	0.37
4	0.42	0.37	0.34	0.38
5	0.45	0.38	0.40	0.42
6	0.49	0.40	0.43	0.47

- 1) Acid values were determined by the method established by Unilever laboratory<sup>(28)</sup>.
- 2) Each value is the mean.
- 3) Repetition of 30 min. heating at 150±2°C and 23.5 hr. cooling at room temperature.

BHT 處理區들이 거의 비슷한 작은 數値를 全期間을 통해서 維持했었다. 한편, PG處理區는 control 보다는 적으나, BHA 또는 BHT 處理區보다는 높은 큰 數値를 全期間을 통해서 보여 주었었다. 따라서, BHA, BHT 및 PG의 튀김기름의 屈折率, 粘度에 대한 效果는 大體로 비슷하나, 색깔의 變化를 抑制하는데 있어서는 PG보다는 BHA나 BHT가 훨씬 더 效果的이라고 말할수 있을 것이다.

3. 反復加熱過程중의 各基質의 過酸化物價, TBA 價 및 酸價의 變化

反復加熱過程의 回數에 따른 control을 비롯한 各基質大豆油의 酸敗進行狀況을 보기위해 過酸化物價.

(POV), thiobarbituric acid value (TBA價)와 遊離脂肪酸價(AV)를 測定해 나갔었다. 그 測定結果는 各各 Table 1, 2 및 3과 같다. control을 包含한 모든 試料區에서 POV는 反復加熱過程初期 즉, 2회까지는 急速히 增加했었다. 한편, 2회以後 5회까지의 期間에서는 그 增加는 완만해졌다가 5회以後 다시 急速히 增加했었다. 反復加熱回數 1회에서 5회까지는 抗酸化劑處理區의 POV는 control의 그것에 比해서 현저히 적었으며, 특히 BHA 試料區의 POV는 가장 적었었다. PG와 BHT 試料區는 control보다는 훨씬 적으나 BHA 試料區보다 다소 큰 POV를 維持했었다. 그러나, 反復加熱回數 5회以後에는 BHA, BHT 및 PG 試料區의 POV는 急速度로 增加하여, 모두 control의 POV에 접근해 갔었다. 이 現象은 反復加熱回數에 따라 基質에 殘存된 抗酸化劑의 量이 急速度로 감소되었으며 6회後에는 거의 殘存치 않았던 事實에 起因되는 듯 하다. 한편, TBA價에 있어서도 POV와 같이 反復加熱過程 2회까지는 control을 包含한 모든 試料區의 TBA價들은 急速히 增加했었다. 그러나, 2회後 5회까지의 期間중 TBA價의 增加는 완만해졌다가 5회以後 다시 急速度로 增加했었다. BHA 試料區의 TBA價는 全期間을 통해서 가장 적었으며, BHT, PG 試料區의 TBA價는 反復加熱過程初期에는 BHA 試料區보다는 크고 control보다는 적었으나, 4회以後에는 control의 TBA價와 거의 비슷하였었다. 各抗酸化劑處理區의 TBA價가 反復加熱過程의 回數가 增加함에 따라 모두 control의 그것에 접근해간 現象은 POV의 경우와 마찬가지로 各試料區에 殘存하는 抗酸化劑의 量이 急速히 감소한 事實에 起因되는 듯 하다.

AV의 경우, control을 包含한 모든 試料區의 AV들은 反復加熱過程 2회때까지 急速히 增加했다가 2회以後 그 增加速度는 다시 줄어들었다. 全期間을 통해서 control의 AV가 가장 컸으며, 6회를 除外하고서는 BHT 試料區가 가장 적었었다. POV나 TBA價의 경우와 달리, PG, BHT 및 BHA 試料區의 AV는 2회以後 全期間을 통하여 暫進의으로 增加했으며, 各試料區의 基質에 殘存된 抗酸化劑의 量과는 別 關聯이 없는 듯 하였다.

요 약

市販 食用大豆油에 抗酸化劑 BHA, BHT, PG를 200 ppm씩 添加하여 150±2°C에서 30分間 加熱한 후 23.5 時間 放冷하는 操作을 6회 反復하였다. 그리고 이 反復過程에 따르는 抗酸化劑의 殘存率의 變化와 基質의 一部 物理的, 化學的性質의 變化를 調査하였다. 그 結

果는 아래와 같다.

1. 反復加熱操作의 回數에 따르는 抗酸化劑의 殘存率은 2회의 경우 BHA 60.5%, BHT 55.7%, PG 40.5%로써 PG는 初期濃度の 1/2以上이 損失되었었다. 한편, 6회의 경우, BHA 5.7%, BHT 3.0%, PG 1.8%로써 添加된 抗酸化劑의 거의 全部가 損失되었었다.
2. 反復加熱操作에 따르는 control을 포함하는 모든 基質의 屈折率, 粘度의 變化는 初期에는 그 增加가 완만했으나 4회以後에는 모두 急速히 增加했다. 한편 color index는 初期에는 急速히 增加했으나 2회以後에는 그 增加速度는 相當히 減少되었었다.
3. 또한 抗酸化劑의 殘存率이 減少함에 따라 基質에 대한 各抗酸化劑의 酸敗抑制作用도 急速히 低下되었었다. 즉 6회 反復加熱후에는 各抗酸化劑가 添加되었든 基質들의 過酸化物價, TBA價, 酸價는 control의 그것과 別差가 없었다.

참 고 문 헌

1. 湯木悅二: 油化學, 19, 128 (1970).
2. Sims, R. J. and Sthal, H. D.: *Baker's Digest*, 44, 550 (1970).
3. 湯木悅二: 油化學, 16, 351 (1967).
4. 湯木悅二: 油化學, 13, 269 (1964).
5. Robinson, H. E., Blank, H. C. and Mitchell, H. S.: *Oil and Soap*, 12, 208 (1940).
6. Arya, S. S. and Ramanuzam, S.: *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 46, 28 (1969).
7. 湯木悅二: 油化學, 10, 464 (1961).
8. Erickson, D.: *Baker's Digest*, 42, 51 (1968).
9. King, F. B. and Riemenschneider, R. W.: *J. Agr. Res.*, 53, 369 (1936).
10. Saharabudhe, M. R. and Bhalaras, U. R.: *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 40, 711 (1963).
11. Carlin, G. T. and Lennerud, E.: *Oil and Soap*, 18, 60 (1941).
12. Crampton, E. W., Common, R. H., Farmer, F. A. and Pritchard, E. T.: *J. Nutrition*, 60, 13 (1956).
13. Kaunitz, H., Slanetz, C. A., Johnson, R. E., Knight, H. B., Koos, R. E. and Swern, D.: *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 36, 611 (1959).
14. Kaunitz, H., Slanetz, C. A., Johnson, R. E., Knight, H. B., Saunders, D. H. and Swern, D.: *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 33, 630 (1956).
15. Andrews, J. S., Griffith, W. H., Mead, J. F. and

- Stein, R. A.: *J. Nutrition*, 70, 199 (1960).
16. Perkins, E. G.: *Food Technol.*, 14, 508 (1960).
17. 梶本五郎: 油化學, 19, 66 (1970).
18. Branen, A. L.: *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 52, 59 (1975).
19. 梶本五郎, 井上 昭, 湯本 甫, 加茂公子: 日本食品工業學會誌, 13, 411 (1966).
20. 梶本五郎, 井上 昭, 湯本 甫: 日本食品工業學會誌, 14, 72 (1967).
21. 岡由安可, 小山吉人: 日本食品工業學會誌, 16, 359(1969).
22. Barwood, G. F. and Wilson, J. R.: "The Behaviour of Antioxidants in Deep-fat Frying", *The Congress on Chemical, Nutritional and Technical Aspects of Frying Oils*, Norwich, England, September, p.14 (1972).
23. 이 준식: 한국식품과학회지, 10, 250 (1978).
24. 申 正均: 大韓家政學會誌, 11, 12 (1973).
25. Wheeler, D. H.: *Oil and Soap*, 2, 89 (1932).
26. Sidwell, C. G., Salwin, H., Benca, M. F. and Mitchell, J. H.: *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 31, 603 (1954).
27. Schormuller, J., Gesamtredaktion.: "Handbuch der Lebensmittelchemie", I Band, Springer Verlag, Berlin, S.552 (1969).
28. 日本 油化學協會: "基準油脂分析試驗法", 朝倉書店, 日本, p.71 (1966)
29. 原田一郎: 更谷豊. 石川雅夫: 日本農藝化學會誌, 32, 212(1961).
30. Mahon, J. H. and Chapman, R. A.: *Anal. Chem.*, 23, 1116 (1951).
31. 天野立爾 川田公平, 川城巖: 食品衛生學雜誌(日本), 5, 333(1961).
32. Mahon, J. H. and Chapman, R. A.: *Anal. Chem.*, 23, 1120 (1951).
33. Senten, J. R., Waumans, J. M. and Clement, J. M.: *J.A.O.A.C.* 60, 505 (1977).
34. Keulemans, A. I. M.: "Gas Chromatography", 2nd ed., Reinhold Pub. Co., U.S.A., p.33, (1966).
35. A.O.A.C.: "Official Methods of Analysis," 12th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., p.350 (1975).
36. Sherwin, E. R.: *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 53, 430 (1976).
37. Peled, M., Guffinger, T. and Leten, A.: *J. Sci. Food Agr.*, 26, 1655 (1975).