

# 水産乾製品の褐變에 관한 研究 붕장어肉 및 油의 酸化, 褐變 物質의 性狀

徐載壽 · 李康鎬\*

高神大學校 食品營養學科 · \*釜山水産大學校 食品工學科

## Studies in Browning Reaction in Dried Fish

### Lipid Oxidative Browning in Dried Conger eel and Properties of Browning Products

Jae-Soo SUH and Kang-Ho LEE\*

Department of Food and Nutrition, Kosin University

\*Department of Food Science and Technology, National Fisheries University of Pusan,  
Pusan 608-737, Korea

This studies was carried out in order to investigate the browning reaction of lipid originated compound with nitrogenous compound in dried conger eel. The major fatty acids were C<sub>16:0</sub>, C<sub>16:1</sub>, C<sub>18:1</sub>, C<sub>20:5</sub> and C<sub>22:6</sub>. The nonpolar lipid contained the highest percentage of C<sub>16:0</sub>, while the polar lipid contained the highest percentage of C<sub>22:6</sub>. The browning reaction there was a rapidly developed with the beginning of the decline in carbonyl value and remarkable decrease in polyunsaturated fatty acids such as C<sub>20:5</sub>, C<sub>22:5</sub>, C<sub>22:6</sub> compared with the other fatty acid, in the water soluble fraction of the browning product obtained from the fish was detected some antioxidation activity but in the lipid soluble fraction which covers most of the browning reactions in the fish meat antioxidation activity was not detected. In the test of conger eel oil, the phosphatidylcholine was largest in quantity and browning products provided in this experiment showed very low reducing activity.

### 緒 論

水産食品中の 脂質은 高度 不飽和脂肪酸의 含量이 높아 酸化되기 쉽고 加工貯藏中の 品質惡變現狀인 褐變의 主된 原因으로 알려져 있다(豊水, 1970). 褐變現狀은 食品의 風味 低下나 營養價의 減少와 關係가 깊다(Fujimoto *et al.*, 1968).

脂質含量이 높은 魚肉이나 이의 加工品은 加工中이나 熱處理過程에서 쉽게 酸化되며(豊水, 1970) 특히 含有된 天然抗酸化物質이 소실된 이후에는

더욱 促進된다(Brown *et al.*, 1957). 이러한 褐變이 진행되는 동안 carbonyl價는 飽和脂肪酸에서 보다 不飽和脂肪酸에서 급격히 減少함으로 不飽和脂肪酸의 含量이 높은 魚肉에서의 褐變反應은 不飽和脂肪이 重要な 役割을 한다고 報告하였다(Fujimoto *et al.*, 1968). 또 이들 중 C<sub>18:2</sub>, C<sub>20:5</sub>, C<sub>22:5</sub> 및 C<sub>22:6</sub>이 酸化에 의해 不安定하다고 報告하고 있다(Waissbluth *et al.*, 1971).

한편 脂質酸化에 기인된 褐變反應은 脂質酸化의 2次生成物인 carbonyl化合物이 魚肉 자체의 VBN이

이 논문은 1991년도 교육부 지원 한국학술진흥재단의 자유공모(지방대학육성)과제 학술연구 조성비에 의하여 연구되었음.

나 amino酸의 窒素化合物과 反應하여 親水性이나 親油性褐變反應物質이 生成된다고 보고하고 있어 (Pokorny *et al.*, 1973a; 1973b; 1974) 이들의 理化學的 性質에 差異가 있는 것으로 생각된다.

本 研究에서는 붕장어肉을 실온에서 보관하면서 過酸化物和 carbonyl 化合物 및 褐變物質生成 含量을 測定하여 脂肪酸敗와 褐變物質生成과의 相互關係를 考察하는 한편 貯藏 後 構成脂質별로 分割하여 이들이 脂質酸化의 褐變에 어떻게 기여하는 가를 살펴보고 또 生成된 褐變의 理化學的 性質을 調査하였다.

## 材料 및 方法

### 1. 材 料

1991년 1월에 부산공동어시장에서 구입한 붕장어 (*Astroconger myriaster*, 體重 250~300g, 體長 60~70cm)를 購入하여 試料로 使用하였다.

### 2. 試料의 處理 및 貯藏

#### 1) 貯藏試料의 調製 및 貯藏

붕장어를 內臟을 제거한 後 水洗하여 1cm로 切斷하여 室溫에서 乾燥한후 室溫에서 貯藏하면서 試料로 使用하였다.

#### 2) 試料油의 調製

試料油의 調製는 칼로써 골고루 다진후 Folch (1957)法으로 脂質을 抽出하였다.

#### 3) 褐變物質의 調製

붕장어를 1)의 方法에 의하여 處理하고 두께 0.5 cm의 2×4cm 크기의 肉片으로 切斷하여 室溫에서 貯藏하면서 褐變화된 試料를 hexane으로 脂質을 제거한 後 잔사에 chloroform-methanol(2:1)로서 2回 抽出하여 脂溶性褐變劃分으로 하였고, 다시 methanol-H<sub>2</sub>O(1:1)로서 抽出하여 水溶性褐變劃分으로 하였다.

### 3. 抗酸化性評價를 위한 反應系의 造成

魚肉의 褐變物質의 抗酸化性을 測定하기 위하여 褐變물질 0.1g을 10ml의 chloroform-methanol(2:1)과 methanol-H<sub>2</sub>O(1:1)에 分散시켜 만든 溶液에 10g의 avicel(microcrystalline cellulose)를 加하여 고르게 흡착시켜 眞空凍結乾燥시킨 다음 여기에 methyl linolate-ether溶液(5g/10ml)을 가하여 잘 섞은 다음 眞空蒸發機에서 ether를 蒸發하고 40℃에서 보관하면서 過酸化物價와 carbonyl價를 測定하였다.

### 4. 實驗方法

#### 1) 過酸化物價(PoV)의 測定

過酸化物價는 AOAC法(1980)에 따라 測定하였다. 試料 1~0.5g에 acetic acid-chloroform(3:2)混合溶液 30ml를 가한후 飽和 KI용액 1ml를 가하여 잘 흔들어 1% 澱粉溶液을 指示藥으로 하여 0.01N Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>溶液으로 測定하였다.

#### 2) Carbonyl價의 測定

Carbonyl價는 Henick法(1954)으로 測定하였다.

#### 3) 褐變度의 測定

試料의 褐變物質을 脂溶性褐變物質과 水溶性褐變物質로 區別하기 위해서 Chung과 Toyomizu(1976)의 方法으로 測定하여 貯藏중의 褐變度의 變化를 測定하였다.

#### 4) 脂質의 劃分

活性化된 silicic acid(100mesh, sigma社製) 25g을 chloroform 40~50ml에 現탁시켜 glass column(2.0×40cm)에 均一하게 채운 다음 全脂質 150~200 mg을 chloroform 5ml에 溶解한 것을 column에 注入시켜 溶媒가 2~3ml/min.의 流速으로 chloroform(column의 10倍量), acetone(column의 40倍量), methanol(column의 10倍量)로써 中性脂質, 糖脂質, 磷脂質을 各各 溶出하였다. 또 磷脂質 150~200mg을 上記와 同一한 條件의 column(2.0×80cm)에 注入하여 chloroform-methanol溶液의 比率을 各各 7:1, 4:1, 1:1, 1:4 및 methanol溶液으로 溶出시켜 各各의 分割物을 silicagel-P(Wakogel G-100)로서 0.5 mm 두께로 塗布한 TLC plate 상에 spotting하여 chloroform/ methanol/H<sub>2</sub>O(65:25:4 v/v)의 混合溶媒로 展開한 後 dittmer試藥으로 脂質分割을 확인하고 dragendorff시약으로 phosphatidylcholine, ni-nhydrin試藥으로 phophatidyl-ethanolamine 등을 定하였다.

#### 5) 脂肪酸組成의 分析

抽出한 지질을 methanol性 5%鹽酸(藤野, 1976)으로 methanolysis하여 精製한 脂肪酸 methyl ester을 gas chromatography(GC)로 分析하였다. GC機種은 Pye Unicam series 304, 칼럼은 10% DEGS를 도포한 Chromosorb W로 충전한 stainless steel 칼럼(3.0×3.0mm i.d.)을 사용하였으며, 칼럼 온도는 195℃, 검출기(FID)온도는 250℃로 하였다.

#### 6) 平均分子量 測定

水點降下法으로 測定하였는데 試料 0.1~0.5g을 아세트酸 20g에 溶解시킨뒤 서서히 교반하면서 冷却시켜 冷却曲線을 구하고 동시에 Beckman溫度計로서 溫度를 測定하여 다음과 같은 식에서 分子量

을 計算하였다.

$$M = \frac{1000 \times W}{G} \times \frac{\Delta tm}{\Delta t}$$

M: 試料의 分子量

G: 아세트酸의 무게

W: 試料의 무게

Δtm: 아세트酸의 mole當 氷點降下 (=3.9℃)

Δt: 아세트酸의 氷點降下溫度와 試料를 加한 아세트酸의 氷點溫度差(℃)

7) 還元力 測定

褐變反應物質의 還元力은 Maruyama 等(1970)의 方法에 따라 試料 5mg에 0.2mM DPPH(2,2-Dephenyl-α-picryl hydrazyl)溶液 2ml를 加하여 0.1M아세트酸 緩衝液 0.5ml와 ethanol 5ml를 加하여 517nm에서 吸光度를 測定하였다.

結果 및 考察

1. 貯藏中の 過酸化物質(PoV)와 carbonyl價(CoV)의 變化

붕장어肉을 室溫에 貯藏했을 때 含有脂質의 酸敗 정도를 보기 위하여 PoV와 CoV의 變化를 Table 1에 나타내었다. PoV의 경우 乾燥終了後에 비하여 貯藏 6週이후에는 값이 떨어졌는데 이는 貯藏 期間에 따른 過酸化物質의 分解에 기인된 것으로 추정되며 이러한 過酸化物質 分解生成物이 魚肉中の 다른 成分과 反應할 기회가 더욱 많아질 것을 암시해 준다.

한편 carbonyl 價는 貯藏 6週에 最高值를 나타냈다가 급격히 減少 하여 過酸化物質과 비슷한 경향을 보였다. 이는 生成된 carbonyl化合物이 amino酸,

Table 1. Changes in peroxide value(PoV) and carbonyl value(CoV) in conger eel during storage at room temperature (meq/kg)

	Raw	Dried	Storage time(weeks)						
			1	2	3	4	5	6	7
PoV	45.02	70.89	110.72	201.15	236.36	309.62	641.81	846.08	825.14
CoV	1.83	19.77	30.01	30.73	36.87	38.77	44.60	83.00	59.04

蛋白質, 揮發性鹽基 등의 窒素化合物과 反應하여 褐變物質을 形成하거나(Toyomizu *et al.*, 1967; Fujimoto *et al.*, 1968; Pokorny *et al.*, 1974) 低級의 揮發性化合物로 分解되어 휘산되기 때문인 것으로 생각된다.

2. 脂肪酸組成의 變化

붕장어油의 脂肪酸組成을 分析한 結果를 보면 (Table 2) 主要構成脂肪酸은 C<sub>16:0</sub>, C<sub>16:1</sub>, C<sub>18:1</sub>, C<sub>20:5</sub>, C<sub>22:6</sub> 등이었다. 生試料의 脂肪酸組成을 보면 飽和脂肪酸이 24%, monoene酸이 38.1%, polyene酸이 31.8%로 나타났으며, 乾燥 및 貯藏中에는 飽和脂肪酸과 monoene酸의 含量比가 다소 增加하는 반면 polyene酸의 含量比는 減少하는 傾向을 나타내고 있다.

全脂質은 silicic acid column에 의해 分획하여 各脂質의 脂肪酸組成을 分析한 結果를 Table 3~5에서 보면 生試料의 경우 中性脂質과 糖脂質의 경우 磷脂質에 비해 monoene酸의 含量이 높고 polyene酸의 含量은 磷脂質이 中性脂質과 糖脂質에 비해 含量이 높았다.

한편 乾燥 및 貯藏中の 各 획分의 脂肪酸組成은

全脂質의 경우와 같이 飽和脂肪酸과 monoene酸의 含量은 增加하고 polyene酸의 含量은 減少하였으며 減少의 정도는 非極性脂質에 비해 極性脂質에서 현저하게 높았다. 이는 非極性脂質에 비해 極性脂質인 磷脂質은 自動酸化에 있어서 窒素鹽基를 含有하고 있어 酸化反應에 큰 영향을 미치는 것으로 생각된다(Pokorny *et al.*, 1973a; 1975; Zama 1970). 특히 polyene酸 중에서도 C<sub>20:5</sub>, C<sub>22:5</sub>, C<sub>22:6</sub> 등 高度 不飽和脂肪酸의 含量 감소가 현저하였다.

3. 褐變物質의 形成

乾燥魚肉의 褐變은 脂質含量이 높은 魚肉의 경우 脂溶性劃分이 水溶性劃分에 비해 높은 값을 나타내는 것으로 보고되고 있다(李 등, 1987). 붕장어肉의 乾燥 및 貯藏中の 褐變도를 測定한 結果는 Table 6에 나타냈다. 脂溶性劃分의 褐變에 있어서는 乾燥초기에 비해 貯藏時間이 늘어남에 따라 계속 증가 하였으며 水溶性劃分의 경우 脂溶性劃分과 비슷한 경향이였으나 貯藏初期에는 다소 낮은 값을 나타냈다.

4. 磷脂質의 分劃 및 褐變

Table 2. Fatty acid composition of total lipid in conger eel during storage at room temperature area(%)

Fatty acid	Raw	Dried	Storage time(days)			
			7	21	35	56
C14:0	5.2	5.8	4.5	5.1	4.8	7.3
15:0						
16:0	15.3	16.0	18.4	19.9	22.8	18.5
17:0	2.0	2.0	1.0	1.2	1.1	
18:0	5.3	5.3	3.4	3.5	3.9	2.8
19:0						
20:0	0.6	0.6	0.3	0.5	0.3	5.6
Saturated	28.4	29.7	27.6	30.2	32.9	34.2
C14:1	1.1	1.3	0.6	0.3	0.5	2.3
15:1						
16:1	10.4	10.7	13.1	13.5	10.9	11.7
17:1						
18:1	16.6	17.6	34.2	37.5	38.4	36.0
20:1	2.6	2.4	2.5	1.7	1.4	0.7
Monoene	38.1	42.0	50.4	53.0	51.2	50.7
C16:2						
18:2	2.6	2.5	1.4	1.3	1.2	3.3
18:3	4.0	4.0	2.5	3.0	2.5	1.3
20:2						
20:4	1.2	1.2	1.9	0.9	0.7	2.2
20:5	5.6	4.6	4.1	3.3	2.7	1.4
22:3	0.9	0.8	0.9	0.5	0.8	1.2
22:4	5.8	5.9	0.3	0.7	1.2	2.1
22:5	2.5	2.2	2.0	1.3	1.8	0.9
22:6	9.2	7.1	10.7	5.9	4.9	2.9
Polyene	31.8	28.3	23.8	16.9	15.8	15.3

Table 3. Fatty acid composition of neutral lipid in conger eel during storage at room temperature area(%)

Fatty acid	Raw	Dried	Storage time(days)				
			7	14	21	28	35
C14:0	7.0	6.6	7.1	4.7	4.7	3.7	5.3
15:0							
16:0	22.2	28.3	27.9	18.5	17.0	18.9	20.0
17:0				1.6	1.0	1.2	1.5
18:0	1.8	1.6	0.7	4.9	3.2	6.0	4.1
19:0							
20:0	2.0	0.6	0.8	0.5	0.4	0.8	0.5
Saturated	33.0	37.1	36.5	30.2	26.3	30.6	31.4
C14:1	0.9	1.0	0.9	0.7	0.7	0.6	0.7
15:1							
16:1	8.0	8.2	5.8	11.5	13.3	9.2	12.6
17:1							
18:1	24.2	27.0	30.9	33.5	35.2	38.5	37.3
20:1	0.9	1.0	1.8	0.7	2.0	0.6	0.5
22:1	0.1	0.1		0.1	0.2	1.3	
Monoene	34.1	38.2	39.4	46.5	51.4	50.2	51.1
C16:2							
18:2	2.4	2.7	3.0	1.8	1.8	1.8	1.0
18:3	3.6	4.9	5.4	3.1	3.0	4.3	3.0
20:2	2.4	1.4	0.6	0.3		0.1	1.4
20:4	3.0	1.3	1.1	2.2	0.9	0.1	0.8
20:5	3.4	3.0	1.4	3.8	3.8	2.6	2.8
22:3	1.2	0.4	1.9	0.5	0.5	0.3	0.2
22:4	1.5	0.5	1.0	0.5	0.4	0.4	0.2
22:5	4.0	2.2	1.9	2.0	1.8	1.2	1.4
22:6	11.2	8.8	8.8	9.4	10.1	7.7	6.3
Polyene	32.9	25.2	25.1	23.6	22.3	18.2	17.1

붕장어肉의 乾燥 및 貯藏中에 抽出한 全脂質을 silicic acid column으로 分別하여 취한 磷脂質을  $CHCl_3$ -MeOH混合溶媒를 使用하여 다시 silicic acid column chromatography를 行한 結果는 Fig. 1과 같다. Fig. 1에서 보는 바와 같이  $CHCl_3$ -MeOH(1:1)區가 전체의 34.2%로 가장 높았고, 그 다음이  $CHCl_3$ -MeOH(1:4)區로서 15.0% 였으므로 主成分은  $CHCl_3$ -MeOH(1:1)과  $CHCl_3$ -MeOH(1:4)區에서 溶出된 劃分이었다. Silicic acid column chromatography로 얻어진 네개의 劃分을 다시 thin layer chromatography상에서 確認해 본 結果 全區分이 ditt-

mer陽性的 磷脂質이었으며,  $CHCl_3$ -MeOH(4:1)區는 ninhydrin陽性으로 나타나 phosphatidylethanolamine으로  $CHCl_3$ -MeOH(1:1),  $CHCl_3$ -MeOH(1:4) 및 methanol溶出區는 dragendorff陽性的 phosphatidylcholine으로 判定되었다.

5. 褐變度, 還元力 및 平均分子量

일반적으로 褐變物質은 褐變度가 높을수록 還元力이 증가하는 것으로 보고되고 있으므로(Hwang and Kim, 1973; Rhee and Kim 1975; Kirigaya *et al.*, 1971; Grittith and Johnson 1957; Yamaguchi *et al.*,

Table 4. Fatty acid composition of glycolipid in conger eel during storage at room temperature  
area(%)

Fatty acid	Raw	Dried	Storage time(days)				
			7	14	21	28	35
C14:0	6.5	5.1	4.7	4.3	8.2	4.9	5.1
15:0							
16:0	13.8	14.1	16.0	15.0	16.8	17.7	17.6
17:0			1.2	1.8	0.7	1.0	1.1
18:0	1.6	1.8	2.9	4.9	1.7	2.9	2.1
19:0		0.5					
20:0	2.1	3.6	1.0	1.4	1.8	0.2	0.5
Saturated	24.0	25.4	25.8	27.4	29.2	26.5	27.4
C14:1	1.0	1.3	0.8	0.9	1.6	1.7	0.8
15:1							
16:1	9.0	10.9	13.0	10.9	8.0	11.3	13.2
17:1							
18:1	28.7	26.5	31.5	28.9	31.3	30.4	31.9
20:1	1.5	0.2	0.7	1.4	1.2	1.4	1.1
Monoene	40.2	38.9	46.0	42.1	42.1	44.8	47.0
C16:2							
18:2	2.8	5.4	2.1	2.3	2.7	1.4	2.1
18:3	2.7	1.6	1.8	2.6	3.6	1.0	3.0
20:2	0.5	2.3	2.1	0.1	0.9	5.0	1.7
20:4	2.9	2.4	1.5	2.6	1.7	1.0	1.1
20:5	7.0	6.8	6.3	5.2	5.0	5.0	4.6
22:3	1.1	0.8	0.7	0.6	0.8	1.5	0.6
22:4	0.9	0.7	0.3	0.5	0.7	2.8	0.3
22:5	3.7	3.2	2.6	2.6	2.8	3.1	2.2
22:6	14.1	12.5	12.1	13.0	10.4	11.6	10.0
Polyene	35.7	35.7	29.5	29.5	28.6	28.4	25.6

Table 5. Fatty acid composition of phospholipid in conger eel during storage at room temperature  
area(%)

Fatty acid	Raw	Dired	Storage time(days)			
			14	21	28	35
C14:0	2.2	2.2	2.6	2.1	8.2	3.7
15:0						
16:0	17.6	22.5	17.7	17.3	18.9	23.2
17:0	1.8	2.3	1.6	1.1	1.2	0.8
18:0	7.0	5.9	7.0	7.8	6.2	4.1
19:0						
20:0	0.4	0.5	0.2	0.3	0.5	0.3
Saturated	29.0	33.4	29.1	28.6	35.0	32.1
C14:1	2.5	0.8	2.3	1.9	4.0	0.3
15:1						
16:1	7.3	7.2	8.5	6.3	8.1	8.4
17:1						
18:1	20.0	18.4	23.9	27.8	19.5	34.2
20:1	0.2	0.3	0.2	0.6	0.6	0.4
Monoene	30.0	26.7	34.9	36.6	32.2	43.3
C16:2						
18:2	2.5	1.3	1.0	4.6	11.4	6.8
18:3	1.5	0.9	1.0	1.4	2.0	2.4
20:2	0.1		0.1	0.7	0.1	
20:4	4.1	0.1	3.5	2.7	1.3	1.7
20:5	5.2	3.3	5.4	3.3	5.1	3.3
22:3	0.7	5.0	0.5		1.7	
22:4		4.7	2.0	0.9	2.2	
22:5	3.3	2.1	2.5	1.3	2.9	1.2
22:6	23.3	22.5	19.8	20.0	7.1	9.1
Polyene	40.7	39.9	35.8	34.9	32.8	24.5

Table 6. Liphophilic and hydrophilic brown figments in conger eel during storage at room temperature

(O.D./g×10)

	Raw	Dried	Storage time(weeks)					
			1	2	3	4	5	6
Liphophilic	0.01	0.06	0.20	0.25	0.37	0.32	0.32	0.33
Hydrophilic	0.06	0.07	0.09	0.11	0.15	0.19	0.20	0.38

붕장어肉 및 油의 酸化, 褐變 物質의 性狀

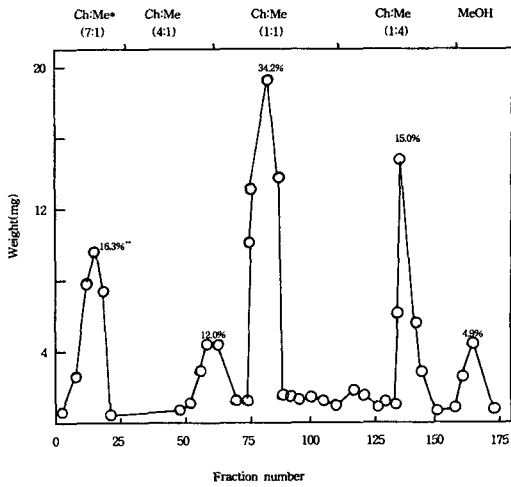


Fig. 1. Fractionation of conger eel phospholipid by silicic acid column chromatography  
\* Chloroform : Methanol  
\*\* Yield

1964; Yamaguchi and Okada, 1968) 本 實驗에서는 貯藏期間 동안 褐變度가 가장 높은 6週의 것을 취하여 褐變度, 還元力 및 平均分子量을 測定한 結果 Table 7에서 보는 바와 같이 褐變도는 0.33~0.38의 범위였으며, 還元力은 0.060~0.084로 還元力이 거의 없었다. 또 平均分子量도 300~400정도로 매우 낮았다. 그러므로 脂質酸化에 의하여 生成된 褐變物質은 당-amino反應의 maillard反應과는 서로 다른 反應機構로 進行되었다고 생각된다.

Table 7. Brown pigment formation, reducing activity and mean molecular weight of browning reaction products

	OD/g at 430nm	Reducing activity	Mean M. W.
Lypophilic	0.33	0.084	274~344
Hydrophilic	0.38	0.060	250~306

6. 褐變物質의 抗酸化性

붕장어肉을 室溫에서 6주 貯藏하여 褐變시킨뒤 脂質을 제거한 후 脂溶性劃分과 水溶性劃分으로 구분하여 methyl linoleate에 2%가 되도록 添加한後 過酸化物價와 카르보닐가의 變化를 測定하였다 (Fig. 2, 3). 過酸化物價의 경우 水溶性劃分이나 脂溶性劃分 모두 貯藏 96時間만에 3,125~3,920meq/kg에 달하여 抗酸化效果가 없었으며 carbonyl價의

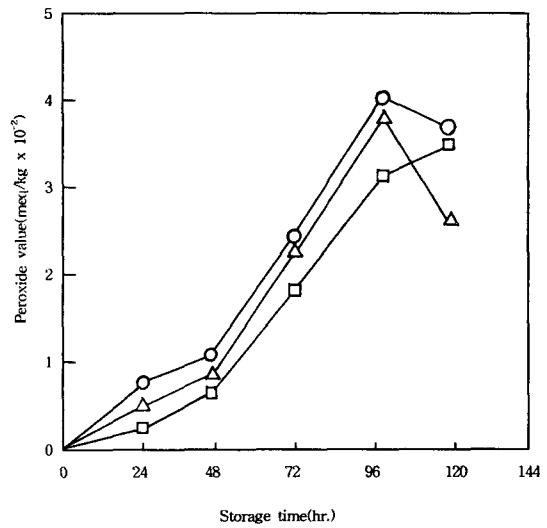


Fig. 2. Effect of browning reaction products on peroxide values of methyl linolate during storage at 40°C.  
○-○ : Control, △-△ : Lipophilic and □-□ : Hydrophilic

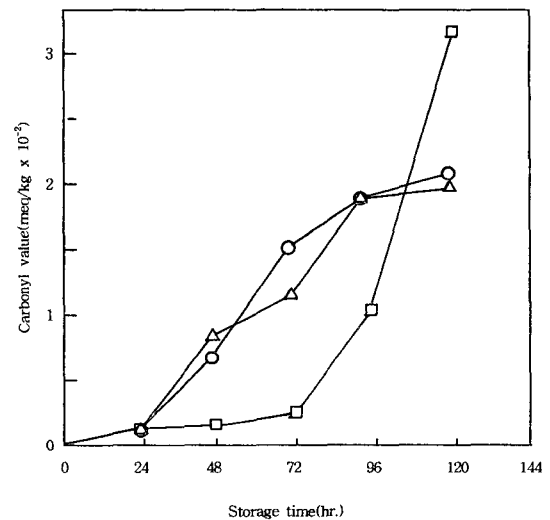


Fig. 3. Effect of browning reaction products on carbonyl values of methyl linolate during storage at 40°C.  
○-○ : Control, △-△ : Lipophilic and □-□ : Hydrophilic

경우 脂溶性劃分은 대조구와 비슷한 경향을 나타냈으나 水溶性劃分の 경우 反應初期에 약간의 抗酸化效果가 있었다. 이는 高度不飽和脂肪酸의 含量

이 높은 魚肉의 褐變의 경우 당-amino反應에 의하여 生成된 maillard反應에 의한 褐變과는 달리 脂質酸化에 의한 carbonyl과 窒素化合物과의 反應에서 生成된 褐物生成物이어서 品質惡變의 주된 원인(Toyomizu, 1970)이 될 뿐 抗酸化性效果는 없는 것을 알 수 있다.

## 結論 및 要約

高度不飽和脂肪酸의 含量이 높아 酸化되기 쉬운 붕장어肉의 加工 및 貯藏中の 脂質酸化에 의해 生成된 carbonyl化合物과 窒素化合物과의 相互反應으로 인한 構成脂肪酸의 組成 및 褐變度, 이들의 性狀을 調査한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 붕장어肉의 主要 構成脂肪酸는 C<sub>16:0</sub>, C<sub>16:1</sub>, C<sub>18:1</sub>, C<sub>20:5</sub>, C<sub>22:6</sub> 등이었으며, 또 非極性脂質의 경우 C<sub>18:1</sub> 含量이 높은 반면 極性脂質은 C<sub>22:6</sub>의 含量이 높았다.

2. 乾燥 및 貯藏中の 高度不飽和脂肪酸의 含量比가 현저하게 감소하였으며 특히 磷脂質에서의 減少가 中性脂質이나 糖脂質에 비해 심하였다.

3. 貯藏肉 中の 磷脂質을 column chromatography로 分획해 본 結果 CHCl<sub>3</sub>-MeOH(1:1)溶液區의 phosphatidylcholine이 量的으로 많았다.

4. 貯藏中の 褐變度는 脂溶性劃分이 水溶性劃分에 비해 높은 값을 나타냈으며, 水溶性劃分에서 약간의 抗酸化性이 있었으나 脂溶性劃分은 확인하기 어려웠으며 褐變物質의 還元力 또한 매우 微弱하였다.

## 參 考 文 獻

- AOAC, 1980. "Official Methods of Analysis," 13th Ed., Association of Official Chemists, Washington, D.C.
- Brown, W. D., A. W. Venolia, A. L. Tappel, H. S. Olcott and M. E. Stansby. 1957. Com. Fish. Rev., 19, 35.
- Chung, C. H. and M. Toyomizu. 1976. Studies on the browning of dehydrated food as a function of water activity - I. Effect of Aw on browning in amino acid-lipid systems. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 42(6), 697~702.
- Folch, J., I. Ascoli, M. Lees, J. A. Meath and F. N. Lebraron. 1951. Preparation of lipid extracts from brain tissue. J. Biol. Chem., 191, 838~841.
- Fujimoto, K., M. Maruyama and T. Kaneda. 1968. Studies on the browning discoloration of fish products - I. Factors affecting the discoloration. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 34(6), 519~523.
- Griffith, T. and J. A. Johnson. 1957. Relation of the browning reaction to storage stability of sugar cookies. Cereal Chem., 34, 519.
- Henick, A. S., M. F. Benca and J. H. Mitchell, Jr. 1954. Estimating carbonyl compounds in rancid fats and foods. J. Am. Oil Chem. Soc., 31, 38.
- Hwang, C. I. and D. H. Kim. 1973. The antioxidant oxidation. Wld. Hlth. Org. Techn. Rept. Ser., 228.
- Kirikaya, N., H. Kato and M. Fujimoto. 1971. Studies on antioxidant activity of nonenzymatic browning reaction products. Part 3. Fractionation of browning reaction solution between ammonia and D-glucose and antioxidant activity of resulting fractions. J. Agric. Chem. Soc. Japan, 45, 292.
- Maruyama, M., K. Fujimoto and T. Kaneda. 1970. Antioxidative activity of browning products derived from autoxidized oil. Part. I. Comparison of antioxidative activity in several model system. J. Food Sci. Tech. (Japan), 17, 281.
- Pokorny, J., P. Tai and G. Janicek. 1973a. Nonenzymic browning VIII. Autoxidation and browning reactions of phosphatidylethanolamine, Z. Lebensm., 153, 322~325.
- Pokorny, J., B. A. El-Zeany and G. Janicek. 1973b. Nonenzymic browning 3. Browning reaction during heating of fish oil fatty acid esters with protein. Z. Lebensm. 151, 31~35.
- Pokorny, J., B. A. El-Zeany, A. Kolakowska and G. Janicek. 1974. Nonenzymic browning IX. Correlation of autoxidation and browning reaction in lipid-protein mixtures. Z. Lebensm., 155, 287~291.
- Pokorny, J., A. Kolakowska, B. A. El-Zeany. 1975. Nonenzymic browning XI. Effect of free amino groups on browning reactions in lipid-protein mixtures. Z. Lebensm., 157, 323~326.
- Rhee, C. and D. H. Kim. 1975. Antioxidant activity

- of acetone extracts obtained from a caramelization-type browning reaction. J. Am. Oil Chem. Soc., 72, 354.
- Toyomizu, M., T. Yamazaki and H. Nakagawa. 1967. Studies on discoloration of fishery products-II. Influence of extracts on discoloration by lipid oxidation of jack mackerel dark muscle. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 33(1). 27~32.
- Toyomizu, M., R. Inouye and T. Nakamura. 1973. Studies on discoloration of oxidized lipid by gel filtration, 14(1), 45~50.
- Lee, K. H., J. S. Suh, I. H. Jeong, S. H. Song, J. H. Lee and H. S. Ryu. 1987. Lipid oxidative browning in dried fish meat-3. Browning reactions in fish oil-lysine system and properties of browning products. Bull. Korean Fish. Soc., 20(1), 79~87.
- Waissbluth, M. D., L. Guzma and F. P. Plochko. 1971. J. Am. Oil Chem. Soc., 48, 420.
- Zama, K. 1970. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 36, 867~868.
- Zama, K. 1970. Oxydation of the phospholipids of Aquatic animals. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 36, 867~868.
- 豊水正道. 1970. 7-1. 水産食品中の地質酸化と油焼け, 日本水産學會誌 36(8), 821~849.
- わ藤野安彦. 1980. 脂質分析法入門, 學會出版センター pp. 155~156.

---

1993년 12월 31일 접수

1994년 9월 3일 수리