

고등어 鹽藏中 脂肪酸 組成의 變化

金洙賢*, 趙順姬*

Changes of Fatty Acid Composition in Salted Mackerel, *Scomber Japonicus* during Storage

Kim Soo-hyun*, Cho Soon-hee*

Summary

Changes of fatty acid composition for total lipids, neutral lipids, phospholipids, glycolipids of 10% 20% salted mackerel, *Scomber japonicus* during storage at 5°C were studied.

Total lipids from mackerel were extracted, purified and fractionated into three lipid classes (neutral lipid, phospholipid, glycolipid) by silicic acid column chromatography.

For the studies on polyunsaturated fatty acid composition in red muscled fishes such as mackerel, eicosapentaenoic acid (20:5n-3, EPA) and docosahexaenoic acid (22:6n-3, DHA) were determined. EPA and DHA composition of total lipids, neutral lipids, phospholipids were ranged 13.8~16.7%, 18.4~23.2%, 33.6~43.1%, respectively in case of 10% salted mackerel. EPA and DHA composition of total lipids, neutral lipids, phospholipids were ranged 14.1~15.8%, 19.1~24.6%, 28.2%~38.9%, respectively in case of 20% salted mackerel.

In 10% and 20% salted mackerel, changes of fatty acid composition for total lipid during storage showed the tendency that EPA and DHA gradually began to decrease, but did not show a great loss. In 10% salted mackerel, changes of fatty acid composition for neutral lipid during storage showed the tendency that EPA and DHA gradually began to decrease. In 20% salted mackerel, changes of fatty acid composition for neutral lipid during storage showed the tendency EPA gradually began to decrease, but DHA gradually began to increase. However, in 10% and 20% salted mackerel, changes of fatty acid composition for phospholipid during storage showed the tendency that EPA began to decrease, but DHA began to increase. The fatty acid compositions of total lipids, neutral lipids, phospholipids showed similar pattern between during 10% and 20% salted storage.

The major fatty acid compositions of total lipids were $C_{14:0}$, $C_{16:0}$, $C_{18:0}$, $C_{18:1}$, $C_{18:3}$, $C_{20:1}$, $C_{20:5}$, $C_{22:6}$ and among these fatty acids $C_{16:0}$, $C_{18:0}$, $C_{18:1}$, $C_{22:6}$ showed in high quantity. The major fatty acid compositions of neutral lipid were $C_{14:0}$, $C_{16:0}$, $C_{18:0}$, $C_{18:1}$, $C_{18:3}$, $C_{20:1}$, $C_{20:5}$, $C_{22:6}$, and among these fatty acids $C_{16:0}$, $C_{18:0}$, $C_{18:1}$, $C_{20:5}$, $C_{22:6}$, showed in high quantity. The major fatty acid compositions of phospholipid were $C_{16:0}$, $C_{18:1}$, $C_{20:5}$, $C_{22:6}$ in high quantity.

* 工科大学 食品工学科

序 言

最近 우리나라 經濟의 急速한 成長으로 食生活 樣式도 크게 變化하여 加工 食品의 多樣化와 肉類 食品의 消費增加趨勢 등은 西歐 先進國形으로 展開 되어가는 傾向이다. 따라서 畜肉 先好性向으로 인한 飽和脂肪酸의 過多攝取가 主要因으로 알려지고 있는 動脈硬化, 心筋硬塞, 腦血栓等の 循環系 成人病(Kinsella, 1986) 患者들이 늘고 있는 實情(대한 영양사회, 1986)이므로 이에 대한 적절한 豫防 및 治療 方法 開發이 요청된다. 얼마전부터 이의 豫防에 대한 食餌療法으로는 linoleic acid가 많이 들어 있는 植物油를 攝取하는 것이 效果가 있다고 알려지고 있었는데, 近年에는 高度不飽和脂肪酸을 多量 含有하고 있는 水産動物 油脂의 有効性이 注目되고 있다(久保田, 1983; 竹内와 片平, 1984).

藤田(1984)는 臨床實驗으로 植物油보다 魚油의 높은 效果를 立證하고 있다. 또한, 이 報告書에 의하면 일반적으로 各種 食品에서 脂質의 脂肪酸 組成은 陸上 動物脂質에 飽和脂肪酸과 oleic acid가 많고, 陸上 植物油에는 linoleic acid(18:2n-6)가 主體이며, 海産 動物油는 炭素數가 20개이상의 n-3 系列 高度不飽和脂肪酸을 多量 含有하는 것이 特徵이고, 主要한 脂肪酸은 eicosapentaenoic acid(20:5n-3, EPA)와 docosahexaenoic acid(22:6n-3, DHA)라 하였다.

久保田(1983)에 의하면, EPA나 DHA는 魚油중 에 많이 含有되어 있으며, 그 중에서도 고등어, 정어리, 꽁치와 같은 赤色肉魚類에 더욱 많이 分布하고 있다고 하였다. 또한 Singer 등(1983)은 고등어를 正常人에게 먹이고 臨床實驗한 結果 血壓을 낮추는 效果가 있다고 報告하였고, 平井 등(1981)의 고등어 통조림(EPA 2.8g 함유)을 젊은 층과 老年層 두개群으로 나누어, 1日 한개씩 먹이는 實驗과 Siess 등(1980)이 1日 고등어肉 500~800g(EPA로서 7~11g)을 1週日間 먹이는 臨床實驗에서 血漿中 總 cholesterol과 triacylglycerol 및 磷脂質의 含量을 低下시키는 結果를 얻었고, 3일후 부터 血小板 凝集力을 低下시키는 效果도 確認하였으며, 老年層에서는 HDL-cholesterol의 增加도 確認하였다.

고등어는 漁獲量으로 볼때 우리나라의 5대 魚種에 속하는 回遊性 多脂魚類이다. 이는 鮮도가 빨리 떨어져서 鯖이나 어묵등의 高級 原料로는 적합하지 못하고 통조림이나 鹽漬加工製品的 原料, 또는 養殖魚의 飼料로 利用되고 있는 비교적 저렴한 魚種이다. 濟州地域에서의 고등어의 生産은 봄과 여름철에 大量 漁獲되어서 處理의 限界性 때문에 捕獲을 忌避하는 時期가 있는 반면, 어느 때는 거의 漁獲이 안되는 時期가 있는 즉, 凶豊이 매우 심한 水産加工 原料로서 통조림법이나 鹽漬法이외의 加工法은 適用하기 어려운 魚種이다. 또한 濟州地方 加工施設 設置의 어려운 與件등을 考慮할 때 鹽漬 또는 鹽乾加工法이 가장 適合하다 할 수 있겠고, 오늘날까지 이 方法에 의한 貯藏法이 傳統的으로 利用되어 오고 있다.

그런데 오늘날 食鹽 過多攝取가 心臟病의 큰 要因의 하나로 밝혀지고 있고, 우리 國民의 1日 平均 소금 攝取量이 15g이상(日本:10g/日, 美國:5g/日)으로 매우 높은 편에 속하여 우리들의 食生活에 있어서 모든 食品의 低鹽化가 크게 要請되는 때이다.

魚類의 加工貯藏中 脂肪酸 組成에 관한 研究는 上田(1976)의 참고등어 脂質의 脂肪酸 組成 變化에 影響 因子, 山田와 林(1975)의 魚類와 軟體動物의 脂肪酸 組成, 李等(1986a)의 市販 鯖類의 脂肪酸 組成, 李等(1986b)의 정어리 脂質 및 脂肪酸 組成의 時期的 變化, 吳(1986)의 개발 乾燥中 脂肪酸 成分의 變化 등, 魚類의 乾製品이나 鯖類 또는 季節에 따른 脂肪酸 組成 變化에 관한 研究들은 많으나, 魚類 鹽漬, 특히 低鹽 貯藏中 脂肪酸 組成 變化에 관한 研究는 아직 찾아볼 수 없다.

따라서 本 研究에서는 고등어 鹽漬中 低鹽化의 可能性을 檢討하고, 10%의 낮은 鹽濃度로 貯藏하여 高度不飽和脂肪酸(특히 EPA와 DHA) 保存에 影響有無를 究明하여 魚類 鹽漬 또는 鹽乾加工法의 基礎資料를 얻고자 實驗하였다.

材料 및 方法

1. 材 料

제주도 성산포 수협에서 鮮度가 좋은 고등어, *Scomber japonicus*를 直接 求入하여 實驗 材料로 使用 하였다.

2. 鹽藏 試料의 製造

試料用 고등어를 전처리 하고, 3.5% 소금물에 約 1시간동안 담그어 피폐기를 한 후에 約 20分 동안 脫水시킨 다음 配合 比率를 두개 군으로 處理하여 3ℓ들의 질그릇에 넣은 다음 5℃ 냉장고에 貯藏하면서 10日주기로 實驗하였다. 試料 고등어는 머리 部分과 꼬리 部分을 除去한 몸통 部分만을 分析用 試料로 사용하였다. 分析用 試料의 製造 配合 比率는 試料에 食鹽 10%, 乳酸 0.5%, 솔비톨 6%, 에탄올 6%를 添加한 것과 試料에 식염 20%만을 添加한 것 2개 군으로 나누어 實驗하였다.

3. 脂肪酸 組成의 分析

1) 試料 脂質의 分劃

Bligh & Dyer 法(Bligh & Dyer, 1959)에 따라 試料 脂質을 抽出한 다음, Rouser 等(1961)의 方法에 따라 silicic acid column chromatography 法으로 中性脂質, 糖脂質 및 磷脂質을 分劃하였다. 앞의 silicic acid를 중류수로 씻어 colloid성 微粒子를 除去한 다음 메탄올로 씻은 후에 120℃에서 2시간 동안 silicic acid를 活性化시켰다. 이 중 약 10g을 취하여 클로로포름으로 반죽(slurry)을 만든 다음 유리 column(2cm×40cm)에 넣었다. 여기에 試料 脂質 약 50~100mg을 주입하고, 1초당 2~3방울의 容媒가 흘러내리도록 調節한 다음 salkowski 試驗으로 음성이 될 때까지 클로로포름으로 抽出하여 中性脂質을 分劃하였다. 그리고 acetone으로 抽出하여 糖脂質을 分劃하였으며, 다시 닌히드린 反應이 음성이 될 때까지 메탄올로 抽出하여 磷脂質을 分劃하였다.

2) 脂肪酸 組成의 分析

分劃된 中性脂質, 糖脂質 및 磷脂質을 減壓 濃縮하여 容媒를 除去한 후 中性脂質, 糖脂質, 磷脂質

및 總脂質을 1N KOH-95% 에탄올로 검화한 다음, 14%BF₃ 메탄올 3ml를 가하여 95℃에서 30분간 還流 加熱하여 脂肪酸 methyl ester로 만든 다음 GC로 分析하였다. 이때 GC 分析 條件은 Table 1에 나타낸 바와 같으며, 脂肪酸의 同定은 標準 脂肪酸와 試料液 크로마토그램의 머무름 시간을 比較하여 確認하였다.

標準 脂肪酸으로는 C_{14:0}, C_{16:0}, C_{18:0}, C_{18:1}, C_{18:2}, C_{18:3}, C_{20:4}, C_{20:5}, C_{22:4}, C_{22:5}, C_{22:6}의 methyl ester(Applied science, Lab Inc.)를 使用 하였는데, 그들의 가스 크로마토그래프에서 각 peak의 머무름 시간은 Fig.1에 나타내었다.

結果 및 考察

고등어肉中에 分布한 脂肪酸의 種類와 鹽藏 期間에 따른 이들 組成比의 變化는 Table 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8에 나타내었다.

1. 總脂質中 脂肪酸 組成의 變化

Table 2, 3의 生試料區에서 보는 바와 같이 고등어肉中에 分布한 脂肪酸 組成比는 포화산이 38.8%, 모노엔산이 36.2%, 폴리엔산이 25.0%이었고, EPA와 DHA는 15.0%로 폴리엔산중 約 60%를 차지하고 있다.

露木(1985)는 고등어肉中의 脂肪酸 組成은 포화산이 33.9%, 모노엔산이 37.5%, 폴리엔산이 28.7%라 하였고, EPA와 DHA는 16.8%라고 하였고, 李等(1986d)은 8월에 漁獲한 고등어肉中 脂肪酸 組成比는 포화산이 34.4%, 모노엔산이 34.1%, 폴리엔산이 29.9%이었고, EPA와 DHA는 23.1%라고 報告하였는데, 이와 比較할 때 그 分布 傾向은 대체로 一致하였으며, 포화산만 4.5%높게 나타나 다른 큰 차이를 보였으나, 모노엔산은 露木(1985)의 研究 結果와 비슷한 값을 보이었으며, 폴리엔산은 이들 報告에서보다 3~5% 낮게 나타났다. 그러나 EPA와 DHA의 組成은 李等(1986d)의 結果와는 거의 一致하는 값이었고, 이들은 이에 대한 해석으로 總脂質 含有率이 높은 魚種에 폴리엔산의 비가 낮은

Table 1. Conditions of gas chromatography analysis for fatty acids

Instrument	Pye Unicam series 304 chromatograph
Column	2m×3mm glass column
Column packing material	15% DEGS on 80~90 mesh chromosorb W
Carrier gas	N ₂
Flow rate	
Carrier gas	40ml/min
Hydrogen	40ml/min
Air	400ml/min
Detector	FID
Temperature	
Column	190°C
Injection	230°C
Detector	260°C

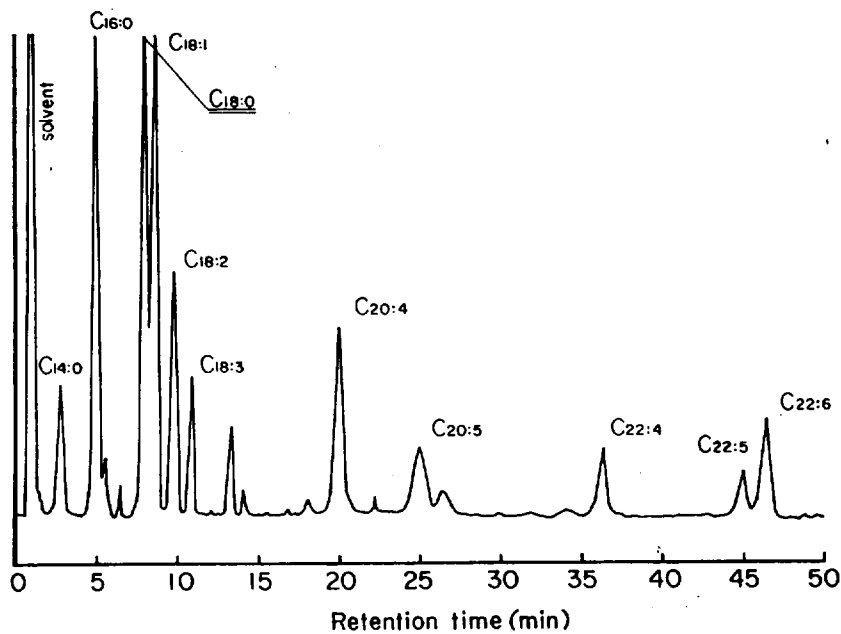


Fig. 1. Gas chromatogram of authentic fatty acid methyl esters

Table 2. Changes of fatty acid composition for total lipid in 10% salted mackerel during storage at 5°C (area %)

Fatty acid	Raw	Storage period (days)						
		0	10	20	30	40	50	60
12:0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	0.5	0.5
14:0	5.1	4.9	5.0	5.1	4.6	4.8	5.0	4.7
15:0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.6	0.6
16:0	24.7	24.0	24.4	24.5	22.5	23.3	22.4	24.0
17:0	1.9	2.0	1.9	2.0	1.7	2.1	2.1	2.1
18:0	6.5	6.6	6.4	6.3	7.8	6.6	6.6	6.0
22:0	0.4	0.4	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Saturates	38.8	38.2	38.3	38.3	37.0	37.7	37.3	38.0
14:1	1.1	1.1	1.1	1.1	0.8	1.2	1.2	1.3
16:1	5.4	5.4	5.5	6.5	5.0	5.8	5.3	5.9
17:1	1.5	1.4	1.4	1.4	2.1	1.8	1.2	1.4
18:1	26.4	26.3	25.3	25.1	27.0	27.4	27.2	27.0
20:1	1.8	1.6	1.7	1.2	1.1	1.5	2.3	2.9
22:1	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.
Monoenes	26.2	35.8	35.0	35.3	36.0	37.7	37.2	28.5
18:2	1.9	1.8	1.7	2.3	2.2	1.9	1.9	1.7
18:3	3.3	2.5	3.4	2.6	2.9	3.3	3.6	2.8
18:4	1.5	1.7	1.6	1.9	2.0	1.7	1.7	1.7
20:4	1.4	1.4	1.7	1.4	1.7	1.8	2.1	1.5
20:5	4.1	4.3	4.1	3.9	4.0	3.1	3.0	3.0
22:4	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.
22:5	1.9	1.9	2.2	2.2	2.3	2.1	2.0	1.9
22:6	10.9	12.4	12.0	12.1	11.9	10.7	11.2	10.9
Polyenes	25.0	26.0	26.7	26.4	27.0	24.6	25.5	23.5

tr. : trace

것은, 蓄積 脂質의 主體가 되는 트리글리세라이드에 폴리엔산이 적기 때문이라고 하였는데, 본 실험에서도 이들과 동일한 해석을 내릴 수 있겠다.

總脂質의 主要 構成 脂肪酸은 C_{18:1}이 26.4%로 가장 높았고, 다음이 포화산에서의 C_{16:0}가 24.7%로 그 組成比는 다소의 차이는 있으나, 李等(1986d)이 報告한 結果와 잘 一致하였다. 鹽藏 貯藏中 各 脂肪酸들의 變化는 食鹽 10%, 술비물 6%, 乳酸

0.5%, 에탄올 6% 添加區(이하 10% 鹽藏區라 略稱함)와 20% 食鹽 添加區(이하 20% 鹽藏區라 略稱함) 모두에서 포화산은 거의 變動이 없었고, 모노엔산은 10% 鹽藏에서만 서서히 增加하여 60日에 約 3% 增加하였으나, 20% 鹽藏에서는 거의 變化가 없었다. 폴리엔산에서는 10% 鹽藏區에서는 약 1.5% 減少하였고, 20% 鹽藏區에서는 거의 變化가 없었다.

李等(1986c)은 調味乾燥한(술비물, 食鹽,

Table 3. Changes of fatty acid composition for total lipids in 20% salted mackerel during storage at 5°C (area %)

Fatty acid	Raw	Storage period (days)						
		0	10	20	30	40	50	60
12:0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	0.3	0.4
14:0	5.1	5.0	5.0	5.2	5.3	4.7	5.2	5.2
15:0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.4	0.2	0.2	0.2
16:0	24.7	22.4	23.9	24.1	22.7	23.9	23.6	24.7
17:0	1.9	1.8	1.8	1.8	1.9	1.8	1.8	1.8
18:0	6.5	6.5	6.6	6.6	6.3	6.6	6.4	6.4
22:0	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2
Saturates	38.8	36.4	37.9	38.2	37.1	37.4	37.6	28.9
14:1	1.1	1.0	1.1	0.9	1.1	0.9	0.9	1.0
16:1	5.4	5.7	5.8	6.0	5.9	5.5	5.3	5.3
17:1	1.5	1.3	1.4	1.2	1.7	1.4	1.6	1.5
18:1	26.4	26.4	24.4	24.4	25.8	28.0	27.9	27.2
20:1	1.8	1.6	1.6	1.3	1.7	1.4	1.7	1.7
Monoenes	36.2	36.0	34.3	33.8	36.2	37.2	37.4	36.7
18:2	1.9	2.9	2.4	2.4	2.6	1.7	1.9	1.7
18:3	3.3	4.0	3.7	4.3	3.5	3.4	3.4	3.4
18:4	1.5	1.5	1.6	1.8	2.5	1.7	1.7	1.5
20:4	1.4	1.3	1.4	1.7	0.4	1.9	1.9	1.5
20:5	4.1	4.0	3.9	3.3	3.3	3.2	3.4	3.1
22:4	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.
22:5	1.9	2.7	2.9	3.2	2.6	2.2	1.3	2.2
22:6	10.9	11.2	11.9	11.3	11.8	11.3	11.4	11.0
Polyenes	25.0	27.6	27.8	28.0	26.7	25.4	25.0	24.4

마늘 가루 등으로 조미한 후 건조) 정어리를 眞空包裝하고 60일간 貯藏하여 脂肪酸 組成을 살펴본 結果 포화산은 約 4% 增加하고, 폴리엔산은 약 4% 減少하였다고 報告하였고, sodium erythorbate 0.2%를 더 添加한 區에서만 1%이내의 增(포화산)·減(폴리엔산) 현상을 나타내었다고 報告하였다. 따라서 本 鹽漬法의 폴리엔산 저장에는 다른 가공 저장법보다 좋은 效果가 있다고 판단되며, 이는 이 저장법이 酸化 防止 效果가 더 크기 때문이라고 생각

되고, 같은 염장법에서는 鹽度가 높은 것이 낮은 것보다도 效果가 클 것으로 보여진다.

2. 中性脂質중 脂肪酸 組成의 變化

Table 4, 5의 生試料區에서 보는 바와 같이 고등어肉中에 分布한 中性脂質中 脂肪酸 組成比는 포화산이 33.3%, 모노엔산이 31.8%, 폴리엔산이 35.2%

Table 4. Changes of fatty acid composition for neutral lipids in 10% salted mackerel during storage at 5°C (area %)

Fatty acid	Raw	Storage period (days)						
		0	10	20	30	40	50	60
12:0	0.4	0.9	0.9	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
14:0	4.3	6.6	6.6	6.6	6.3	6.2	6.0	3.9
15:0	1.7	1.1	1.4	1.4	1.5	1.7	1.6	1.1
16:0	21.2	18.9	18.9	18.6	17.1	14.6	17.3	20.9
17:0	1.4	1.4	2.7	2.9	3.2	3.5	3.1	2.7
18:0	3.3	2.9	2.9	2.6	3.3	3.8	1.9	1.7
22:0	0.7	0.9	1.0	0.9	1.1	1.3	1.6	1.8
Saturates	33.0	32.7	34.4	33.4	32.9	31.5	31.0	32.5
14:1	1.0	1.1	1.3	1.4	1.5	1.7	1.4	0.8
16:1	8.2	6.9	7.2	7.3	7.5	7.7	8.0	12.6
17:1	2.5	1.5	2.1	3.3	4.2	4.3	4.3	3.6
18:1	16.7	17.6	16.7	14.5	13.7	11.8	11.7	11.7
20:1	2.4	2.1	2.1	2.1	3.6	4.2	3.2	2.2
22:1	1.0	1.1	1.5	1.6	1.9	2.1	2.7	2.8
Monoenes	31.8	30.3	30.9	30.2	32.4	31.8	31.3	33.7
18:2	3.4	3.5	3.8	6.5	3.6	3.9	6.5	7.6
18:3	3.5	3.0	2.7	2.4	3.0	4.5	3.6	3.2
18:4	2.7	2.9	2.8	2.2	3.2	4.2	3.6	2.3
20:4	2.0	1.9	1.6	1.2	2.1	2.4	2.1	1.7
20:5	7.9	8.4	8.5	9.1	8.9	8.9	8.1	7.3
22:4	0.4	1.1	1.0	1.0	0.8	0.2	0.1	0.2
22:5	2.2	1.6	1.6	1.5	1.0	0.4	0.5	0.4
22:6	13.1	14.6	12.7	12.5	12.1	12.2	12.3	11.1
Polyenes	35.2	37.0	34.7	36.4	34.7	36.7	36.8	33.8

로 總脂質에서의 組成比와 比較할 때 포화산과 모노엔산은 各各 5.9%, 4.4% 減少한 반면 폴리엔산이 約 10% 높은 組成比를 나타내었다. EPA와 DHA는 21%로 폴리엔산중 그 組成比가 60%를 차지하여 總脂質에서의 比率과 거의 같았다.

李等(1986d)은 고등어肉의 非極性脂質의 脂肪酸 組成比는 포화산이 38%, 모노엔산이 33.7%, 폴리엔산이 28%라 하였는데, 本 實驗에서는 포화산과 모노엔산은 各各 約 5%, 2% 낮게 나타난 반면, 폴

리엔산은 5~7% 높게 나타났다.

中性脂質을 構成하는 主要 脂肪酸들을 살펴보면, 포화산중 $C_{16:0}$, 모노엔산 $C_{18:1}$, 폴리엔산중에는 $C_{22:6}$ 이었다. 各 脂肪酸들의 鹽藏 저장중 組成比의 變化는 10%나 20% 모두에서, 포화산, 모노엔산, 폴리엔산 모두가 거의 變化가 없었다. 그러나 폴리엔산에서는 食鹽 10%인 경우 $C_{18:2}$ 가 增加하는 傾向을 보였으며, $C_{20:5}$, $C_{22:5}$, $C_{22:6}$ 인 高度不飽和 脂肪酸이 比較的 뚜렷한 減少의 傾向을 보였다. 食

Table 5. Changes of fatty acid composition for neutral lipids in 20% salted mackerel during storage at 5°C (area %)

Fatty acid	Raw	Storage period (days)						
		0	10	20	30	40	50	60
12:0	0.4	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3
14:0	4.3	6.9	6.9	6.5	6.7	7.1	6.0	4.5
15:0	1.7	1.6	1.5	1.5	1.5	1.6	1.5	1.4
16:0	21.2	19.9	19.1	21.0	19.0	17.3	18.1	19.6
17:0	1.4	2.0	2.0	1.9	2.0	2.3	3.0	3.0
18:0	3.3	3.0	3.1	3.2	3.1	2.0	2.5	2.5
22:0	0.7	1.2	1.5	1.6	1.6	1.7	1.7	1.8
Saturates	33.0	34.7	34.2	35.9	34.1	32.3	33.1	33.1
14:1	1.0	2.4	1.4	0.7	2.3	2.4	2.4	1.7
16:1	8.2	8.1	8.0	7.9	8.0	8.0	9.6	10.1
17:1	2.5	2.3	2.4	1.6	2.7	3.3	3.3	3.3
18:1	16.7	16.9	17.2	17.3	16.5	12.6	11.7	11.7
20:1	2.4	2.6	2.3	1.6	1.9	2.2	2.2	2.2
22:1	1.0	1.0	1.5	2.2	2.3	2.6	2.6	2.9
Monoenes	31.8	33.3	32.8	31.3	33.7	31.1	31.8	31.9
18:2	3.4	3.7	3.4	3.1	3.6	4.3	5.5	6.1
18:3	3.5	2.8	2.6	2.4	3.1	3.3	3.3	3.3
18:4	2.7	2.1	2.1	2.0	2.3	2.3	2.4	2.5
20:4	2.0	2.0	1.6	1.3	1.2	0.8	1.1	1.3
20:5	7.9	8.4	8.6	9.9	9.4	9.4	8.6	8.5
22:4	0.4	0.3	0.6	0.7	0.7	0.5	0.5	0.3
22:5	2.2	2.0	1.6	1.1	1.0	0.8	1.0	0.4
22:6	13.1	10.7	12.5	12.3	10.9	15.2	12.7	12.6
Polyenes	35.2	32.0	33.0	32.8	32.2	36.6	35.1	35.0

鹽 20%인 경우 脂肪酸 組成比는 40일까지 거의 變化가 없었으나, 그 이후에서 서서히 增加하여 最終 鹽藏 60일까지 約 3%가 增加하는 傾向을 보인 것은 $C_{18:2}$ 가 急増한 반면, 食鹽 10%에서와 같이 $C_{20:5}$, $C_{22:6}$ 인 高度不飽和脂肪酸이 比較的 뚜렷한 減少의 傾向을 보였다.

3. 磷脂質中 脂肪酸 組成의 變化

Table 6, 7의 生試料區에서 보는 바와 같이 공동 어肉中의 極性脂質의 脂肪酸 組成比는 포화산이 37%, 모노엔산이 33%, 폴리엔산이 28%라고 하였고 金과 朴(1984)의 研究에서는 各各 34.9%, 15.8%, 47.4%라고 하여 같은 魚種이라 하여도 試料採取 時期에 따라 심한 變化를 보이고 있음을 알 수 있으며, 本 實驗 結果는 후자의 研究結果에 가까운 값을 나타내었다.

공동어肉中 主要 構成 脂肪酸은 포화산중에는

Table 6. Changes of fatty acid composition for phospholipids in 10% salted mackerel during storage at 5°C (area %)

Fatty acid	Raw	Storage period (days)						
		0	10	20	30	40	50	60
12:0	0.7	1.0	1.0	1.0	1.0	0.7	0.7	0.7
14:0	3.3	4.6	3.8	2.7	2.5	2.0	1.9	1.6
15:0	1.3	1.3	1.3	1.4	1.2	0.8	0.9	0.9
16:0	17.0	17.0	14.1	14.7	13.9	14.3	15.4	16.3
17:0	1.9	1.4	1.4	1.5	1.8	2.0	1.7	1.3
18:0	3.2	2.8	3.1	3.4	3.5	3.7	4.0	4.2
22:0	1.1	1.2	1.2	1.2	1.5	1.6	1.5	1.3
Saturates	28.5	29.3	25.9	24.9	25.4	25.1	26.1	26.3
14:1	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	0.9	0.9	1.0
16:1	2.2	3.2	3.3	3.4	3.4	3.3	3.2	2.3
17:1	1.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9
18:1	10.6	11.2	10.4	9.0	11.3	12.6	13.1	14.5
20:1	2.3	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.0	0.7
22:1	1.0	1.0	1.0	1.0	0.3	0.2	0.1	0.1
Monoenes	18.5	19.1	18.4	17.1	18.7	19.3	19.2	19.5
18:2	4.5	4.1	4.1	4.1	4.3	4.6	4.3	3.6
18:3	3.4	5.7	6.0	6.3	6.5	6.6	3.9	2.1
18:4	2.4	2.0	2.0	2.1	1.3	1.1	1.1	1.0
20:4	4.0	4.3	4.3	4.7	4.6	3.1	3.0	3.0
20:5	14.6	13.6	13.9	14.3	12.6	9.9	9.9	8.5
22:4	0.8	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3
22:5	2.1	1.5	1.6	1.6	1.5	1.1	1.2	1.1
22:6	21.2	20.0	23.4	24.5	24.7	28.8	31.0	34.6
Polyenes	53.0	51.6	55.7	58.0	55.9	55.6	54.7	54.2

C_{16:0}, 모노엔산에는 C_{18:1}, 폴리엔산에는 EPA와 DHA가 主體를 이루고 있다. 鹽藏中 各 脂肪酸 組成의 變化는 Table 6에서와 같이 10% 鹽藏인 경우 포화산은 서서히 減少하여 60日 저장 試料에서는 約 3% 낮은 값을 보인 반면 폴리엔산은 그만큼 增加하는 현상을 보였고 모노엔산은 거의 變化가 없었다. 20% 鹽藏區에서는 오히려 모노엔산과 포화산이 약간 增加하고 폴리엔산이 減少하는 현상을 보이고 있다(Table 7). 이와같이 傳統인 방법으로

20%의 식염만 첨가한 것과 10% 식염에 솔비톨등 첨가물을 첨가한 제품과의 사이에 차이를 보이는 원인에 대하여서는 여러 각도에서 재검토 되어야 하겠다.

4. 糖脂質中の 脂肪酸 組成

고등어肉中の 糖脂質은 극히 微量이었으며, 따라

Table 7. Changes of fatty acid composition for phospholipids in 20% salted mackerel during storage at 5°C (area %)

Fatty acid	Raw	Storage period (days)						
		0	10	20	30	40	50	60
12:0	0.7	1.0	1.0	1.0	0.9	0.8	0.8	0.8
14:0	3.3	3.6	3.5	3.2	2.9	2.5	2.4	1.5
15:0	1.3	2.2	2.1	2.1	1.8	1.5	1.2	0.9
16:0	17.0	16.5	15.3	15.0	15.0	17.1	17.6	19.2
17:0	1.9	2.7	2.7	2.5	2.3	1.8	1.7	1.3
18:0	3.2	3.1	3.3	3.8	4.2	4.2	4.2	4.1
22:0	1.1	1.7	1.6	1.6	1.6	1.7	1.5	1.5
Saturates	28.5	30.8	29.5	29.2	28.7	29.6	29.4	29.3
14:1	1.4	1.7	1.8	1.8	1.5	1.5	1.4	1.0
16:1	2.2	4.2	4.2	4.0	3.4	3.4	3.3	2.7
17:1	1.0	1.5	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
18:1	10.6	14.1	12.2	8.4	13.1	15.2	15.3	15.9
20:1	2.3	2.6	2.2	2.0	1.9	1.9	1.2	0.5
22:1	1.0	1.0	1.0	0.4	0.4	0.1	0.1	0.1
Monoenes	18.5	25.1	22.6	17.6	21.3	23.1	22.3	21.2
18:2	4.5	4.7	4.7	4.8	4.4	3.9	3.7	2.8
18:3	3.4	3.8	5.6	6.9	6.4	4.1	3.2	1.1
18:4	2.4	2.0	1.2	0.6	0.7	0.4	0.6	0.6
20:4	4.0	3.2	3.7	3.7	3.8	3.9	4.0	4.2
20:5	14.6	10.9	12.0	13.3	11.2	9.1	9.0	8.9
22:4	0.8	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5
22:5	2.1	1.6	1.6	1.9	1.5	1.1	1.3	1.4
22:6	21.2	17.3	18.5	21.4	21.5	24.3	26.0	30.0
Polyenes	53.0	44.1	47.9	53.2	50.0	47.3	48.3	49.5

서 本 分析 方法에서는 Table 8과 같이 검출한계미 단인 脂肪酸들이 大部分이었다. 主要 構成 脂肪酸 들은 포화산에서 約 73%가 C_{16:0}이었고, 모노엔산 에서 93.4%가 C_{18:1}이었으며 폴리엔산에서는 C_{22:6} 이 約 40.7%로 가장 높았고, 그 다음은 C_{18:2}, C_{20:5}, C_{20:4} 순이었다.

5. 고등어 鹽장中의 EPA와 DHA의 變化

10%와 20% 鹽藏中 고등어에 있는 總脂質의 EPA 와 DHA의 組成比를 Fig.2에 나타내었다. 이와 같 이 EPA와 DHA가 등푸른 생선의 소재가 되고 있 는 脂肪酸으로 赤色肉魚類에 n-3 高度不飽和脂肪酸 이 多量 含有되어 있다 (Sanders와 Naismith, 1980; Sanders 等, 1981; Hartog 等, 1987; Bruckner 等, 1984). 이 n-3 高度不飽和脂肪酸은 哺乳動物의 腫瘍 成長 抑制能力이 있어 癌 治療, 豫防에 效果가 있음도 밝혀지고 있다 (Karmali 等,

Table 8. Fatty acid composition for glycolipids in mackerel (area %)

Saturates		Monoenes		Polyenes	
12 : 0	tr.	14 : 1	2.9	18 : 2	2.4
14 : 0	5.6	16 : 1	ND	18 : 3	tr.
15 : 0	2.0	17 : 1	ND	18 : 4	tr.
16 : 0	29.1	18 : 1	40.8	20 : 4	1.6
17 : 0	ND	20 : 1	tr.	20 : 5	1.8
18 : 0	ND	22 : 1	tr.	22 : 4	tr.
22 : 0	ND			22 : 5	1.0
				22 : 6	3.5
Total	46.7	Total	43.7	Total	8.6

tr. : trace
ND : not detected

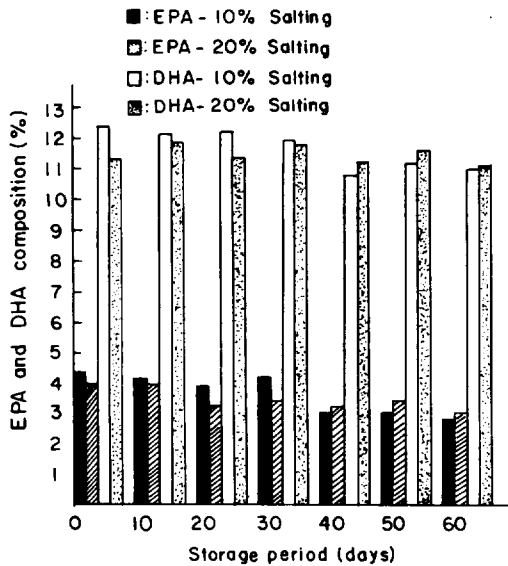


Fig.2. EPA and DHA composition of total lipids in 10% and 20% salted mackerel during storage at 5°C.

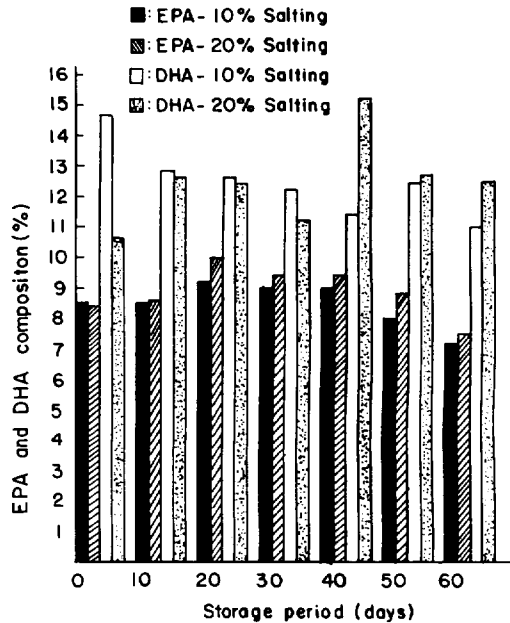


Fig.3. EPA and DHA composition of neutral lipids in 10% and 20% salted mackerel during storage at 5°C.

1984).

食鹽 10%에서는 EPA는 3.0~4.4%, DHA는 10.7~12.4%, 食鹽 20%에서 EPA는 3.1~4.0%, DHA는 11~11.9%이었다. 10%와 20% 鹽藏中 고등어에 있는 中性脂質의 EPA와 DHA의 組成比를 Fig. 3에 나타내었다. 血清 脂質의 改善, 血小板 凝集能의 低下 및 血液 粘度의 低下等 生理的으로 效果가

있는 EPA와 DHA는 中性脂質의 脂肪酸 組成中 높게 나타났다. 食鹽 10%에서 EPA는 7.3~9.1%로 鹽藏中 서서히 減少하는 傾向을 보이나, 저장 20일까지 增加하여 그 組成比가 가장 높게 나타났으며, 그 이후에 減少하는 傾向을 보여 最終 鹽藏 60일째에 比較的 뚜렷한 減少의 傾向을 보였다. DHA는 11.1~14.6%로 鹽藏中 서서히 減少하여 最終 鹽藏 6

0일째에는 약 3.6%가 減少하여 比較的 뚜렷한 減少의 傾向을 보였다. 食鹽 20%에서 EPA는 8.4~9.9%로 鹽藏中 서서히 減少하는 傾向을 보이나, 저장 20일째까지 增加하여 그 組成비가 가장 높게 나타났으며, 그 이후에 減少하는 傾向을 보여 最終 鹽藏 60일째에 比較的 뚜렷한 減少의 傾向을 보인 것은 食鹽 10%의 경우와 비슷한 傾向이었다.

食鹽 10%와 食鹽 20% 鹽藏中 고등어에 있는 磷脂質의 EPA와 DHA의 組成비율 Fig.4에 나타내었다. 食鹽 10%에서 EPA는 처음 約 14%이었던 것이 鹽藏中 서서히 減少하여 最終 鹽藏 60일째는 8.5%로 減少 傾向이 뚜렷하였으며, DHA는 20.0%에서 34.6%로 그 組成비가 크게 增加하였다. 食鹽 20%에서도 EPA는 처음에 11%로 鹽藏中 서서히 減少하여 最終 鹽藏 60일째에는 減少 傾向이 뚜렷하였으나, DHA는 17.3~30.3%로 그 組成비가 크게 增加하였다. 10%보다 20% 鹽藏이 저장중 磷脂質內의 高度不飽和脂肪酸 組成비는 대체로 떨어지는 傾向이었다.

李等(1987)의 乾魚肉 저장에 관한 研究에서 건조 갈치 21일 저장중에 EPA는 처음 보다 約 80% 減少率을 보였고, DHA는 約 80% 增加率을 보이고 있어 本 實驗 結果와 一致하는 結果들이 魚肉 저장 實驗 結果에서 종종 보이고 있으나, 그에 대한 原因 및 기작은 再究明해야 할 것으로 생각된다.

Jangaard等(1965)은 오징어에 있는 磷脂質의 主要 構成 脂肪酸은 20:5가 36.1~40.7%, 22:6이 14.6~21.2%라고 報告하였으며, 李等(1985)은 우렁쟁이에 있는 磷脂質의 主要 構成 脂肪酸은 20:5가 24.0%, 22:6이 20.4%이고, 미더덕에 있는 磷脂質의 主要 構成 脂肪酸은 20:5가 22.8%, 22:6이 14.6%로 磷脂質의 脂肪酸 組成比中 20:5와 22:6이 主體를 이루고 있음을 報告한 바 있다. 이와 같이 海産物에는 磷脂質의 脂肪酸中 高度不飽和脂肪酸이 높게 나타나는 것은 本 實驗과 잘 一致하였다. 염장중 糖脂質에서는 EPA와 DHA가 거의 나타나지 않았다.

清水 등(1975)은 各種 微生物에 대한 에틸알코올의 生育 抑制 效果를 調査한 結果, 에틸알코올 10~20% 濃度에서도 殺菌 作用은 없으나, 靜菌 效果는 1% 이하의 낮은 濃度에서도 效果가 있다고 報

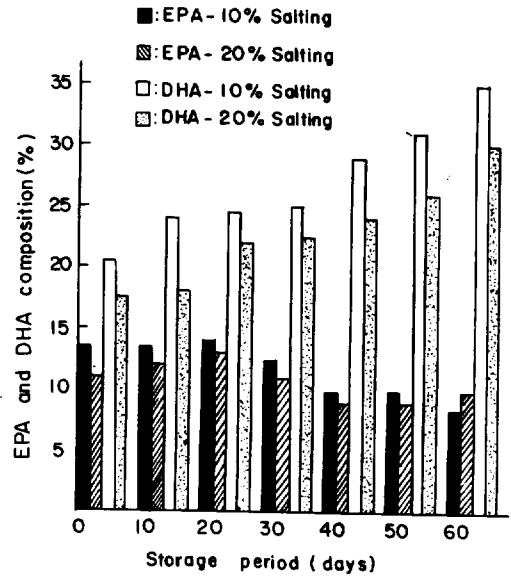


Fig. 4. EPA and DHA composition of phospholipids in 10% and 20% salted mackerel during storage at 5°C.

告하였다.

高見(1966)은 에틸알코올을 醃갈, 간장 및 된장에 添加한 結果 風味를 改善하고 보장성을 높이는 效果가 있었다고 報告하였고, 松森(1970)은 성게젓에 있어서 防腐目的 및 독특한 風味를 增進시키기 위해서 알코올을 添加한다고 報告하고 있다.

이상과 같이 고등어에는 $C_{16:0}$, $C_{18:1}$ 도 多量 含有되어 있으나, 中性脂質과 磷脂質에 많이 含有된 高度不飽和脂肪酸의 EPA와 DHA는 生理 活性 誘導 物質로서 營養的 가치가 우수하여 酸敗 條件이 높은 高度不飽和脂肪酸도 5°C 냉장고에서 염장중 커다란 손실없이 우수한 保存 效果를 얻을 수 있었다. 이것은 食鹽 10%와 20% 사이에 脂肪酸 組成비가 별 차이가 없는 것은 앞에서 언급한 바와 같이, 食鹽 10%와 에탄올 6%, 다른 成分을 添加함으로써 우수한 保存 效果를 얻을 수 있다는 結果를 얻었다. 이와 같이 두 對照區 사이에 별 차이가 없고, 10% 低鹽濃度로 저장시 高度不飽和脂肪酸의 保存 效果가 우수함으로 魚類의 염장 또는 鹽乾加工에 있어 低鹽法이 가능하다 할 수 있겠다.

摘 要

고등어 鹽藏中 總脂質, 中性脂質, 燐脂質에 대한 脂肪酸 組成變化를 gas chromatography에 의해 分析 檢討한 結果를 要約하면 아래와 같다. 高度 不飽和 脂肪酸인 eicosapentaenoic acid (EPA)와 docosahexaenoic acid (DHA)의 組成比를 食鹽 濃度 10%의 試料과 20%의 試料에서, 脂質의 種類別로 볼 때, 10%의 것은 總脂質, 中性脂質, 燐脂質에서 各各 13.8~16.7%, 18.4~23.2%, 33.6~43.1% 이었고, 20%의 것은 各各 14.1~15.8%, 19.1~24.6%, 28.2~38.9%이었다. 10%와 20% 鹽藏 고등어에서 저장중 總脂質에 대한 脂肪酸 組成의 變化에서 EPA와 DHA는 점차 減少하는 傾向을 보였으나, 커다란 손실은 없었다. 10% 鹽藏 고등어에서, 저장중 中性脂質에 대한 脂肪酸 組成의 變化는 EPA와 DHA가 대체로 減少하는 傾向을 보였다. 20% 鹽藏 고등어에서, 저장중 中性脂質에 대한 脂肪酸 組成의 變化中 EPA는 대체로 減少하는 傾向

을 보였으나, DHA는 대체로 增加하는 傾向을 보였다. 그러나, 10%와 20% 鹽藏 고등어에서, 저장중 燐脂質에 대한 脂肪酸 組成의 變化中 EPA는 대체로 減少하는 傾向을 보였고, DHA는 대체로 增加하는 傾向이었다. 그러나, 10%와 20% 鹽藏 고등어에서, 저장중 燐脂質에 대한 脂肪酸 組成比의 變化中 EPA는 점차 減少했으나, DHA는 增加하는 傾向을 보였다. 10%와 20% 鹽藏 저장중 總脂質, 中性脂質, 燐脂質의 脂肪酸 組成比는 대체로 類似하였다.

總脂質의 主要 構成 脂肪酸은 $C_{14:0}$, $C_{16:0}$, $C_{18:0}$, $C_{18:1}$, $C_{18:3}$, $C_{20:1}$, $C_{20:5}$, $C_{22:6}$ 이었으며, 이들 脂肪酸中 $C_{18:0}$, $C_{18:1}$, $C_{18:3}$, $C_{20:1}$, $C_{20:5}$, $C_{22:6}$ 이었으며, 이들 脂肪酸中 $C_{16:0}$, $C_{18:1}$, $C_{18:2}$, $C_{22:6}$ 함량이 높았다. 中性脂質의 主要 構成 脂肪酸은 $C_{14:0}$, $C_{16:0}$, $C_{18:1}$, $C_{18:3}$, $C_{20:1}$, $C_{20:5}$, $C_{22:6}$ 이었으며, 이들 脂肪酸中 $C_{16:0}$, $C_{18:0}$, $C_{18:1}$, $C_{20:5}$, $C_{22:6}$ 함량이 높았다. 燐脂質 中の 主要 構成 脂肪酸들은 $C_{16:0}$, $C_{18:1}$, $C_{20:5}$, $C_{22:6}$ 등이었다.

參 考 文 獻

- Bligh, E. G. & w. J. Dyer, 1959. A rapid method of total lipids extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37: 911~917.
- Bruckner, G., B. Lokesh, B. German & J.E. Kinsella, 1984. Biosynthesis of prostanoids, tissue fatty acid composition and thrombotic parameters in rats fed diets and enriched with docosahexaenoic acid (22:6n-3) or eicosapentaenoic acid (20:5n-3). *Thromb. Res.*, 34: 479~497.
- 대한 영양사회, 1986. 국민 영양, 35권, 41.
- 藤田孝夫, 1984. 高度不飽和脂肪酸と健康: 鴻巣章 二編, 水産食品と營養, 水産學シリー 52, pp.54~69. 恒星社 厚生閣, 東京.
- Hartog, J. M., J. M. Lamers, A. Montfoort, A. E. Becker, M. Klompe, H. Morse & f. J. Cate, etc., 1987. Comparison of mackerel-oil and lard-fat enriched diets on plasma lipids, cardiac membrane phospholipids, cardiovascular performance, and morphology in young pigs. *Am. J. Clin. Nutr.*, 46: 258~266.
- 平井愛山, 兵崎智仁, 寺野隆, 高中篤, 原田哲志, 佐二木順子, 西川哲男, 小澤昭夫, 田村泰 等, 1981. えいこさべんたえん酸(EPA)に関する研究 (第一報) -EPAに富む魚肉の血清脂質, 血漿總脂質 構成, 血小板凝集能および出血 時間に及ぼす影響 について 動脈硬化, 9: 281~289.
- Jangaard, P. M. & R. G. Ackman, 1965. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 22(1): 131.
- Karmali, R. A., J. Marsh & C. Fuchs, 1984. Effect of n-3 fatty acids on growth fo a rat mammary tumor. *J. Natl. Cancer Inst.*, 75: 457.
- 金仁洙, 朴榮浩, 1984. 고등어 脂質의 酸化安定性에 관한 研究. *한국수산학회지*, 17(4): 313~

- 320.
- Kinsella, J. E., 1988. Food components with potential therapeutic benefits: The n-3 polyunsaturated fatty acids of fish oils. *Food Technol.*, 40(2) : 89.
- 久保田紘二, 1983. 健康 食品とEPA. *Japan. Food Sci.*, 49~55.
- 李應昊, 吳光秀, 李泰憲, 安昌範, 鄭永勳, 金敬三, 1985. 우렁애이 및 미더덕의 脂肪質 成分. 한국식품과학회지., 17(4) : 289~293.
- 李應昊, 吳光秀, 李泰憲, 安昌範, 車庸準, 1986a. 시판 것갈류의 脂肪産 組成. 한국식품과학회지., 18(1) : 42~47.
- 李應昊, 吳光秀, 安昌範, 鄭永勳, 金珍珠, 池承吉, 1986b. 정어리 脂肪質 및 脂肪酸 組成의 時期的 變化. 한국식품과학회지., 18(3) : 245~248.
- 李應昊, 金珍珠, 金漢虎, 李眞環, 吳光秀, 權七星, 1986c. 眞空包裝 정어리 조미전제품의 제조 및 품질 안정성. 한국수산학회지., 19(1) : 52~59.
- 李康鎬, 李炳昊, 鄭寅鶴, 徐載壽, 丁宇鎮, 金忠坤, 1986d. 赤色肉魚類의 高度不飽和脂肪質의 利用에 관한 研究. 1. 정어리, 고등어의 剖位別 脂質含量 및 脂肪酸 組成의 季節的 變化. 한국수산학회지., 19(5) : 423~435.
- 李康鎬, 徐載壽, 李鐘祐, 柳洪秀, 丁宇鎮, 金忠坤, 1987. 건어육의 脂質산화에 의한 갈변에 관한 研究. 2. 鱗脂質의 산화에 의한 갈변. 한국수산학회지., 20(1) : 63~68.
- 松森茂, 1970. 우니의 加工について. *Japan. Food Science*, 9(11) : 47~53.
- 吳光秀, 鄭永勳, 李泰憲, 安昌範, 李應昊, 1986. 개불 乾燥中의 脂肪質 成分의 變化. 한국식품과학회지., 8(2) : 153~156.
- Rouser, G., L. O'Brien & D. Heller, 1961. The separation of phosphatidyl ethanolamine and phosphatidyl serine by column chromatography. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 38 : 14.
- Sanders, T. A. & D. J. Naismith, 1980. conflicting roles of polyunsaturated fatty acids. *Lancet* I., 645~655.
- Sanders, T. A., S. M. Vickers & A. P. Haines, 1981. Effect of blood a supplement of cod liver oil, rich in EPA and DHA healthy young man. *Clin. Sci.*, 61 : 317~324.
- Siess, W., B. Schner, P. Roth & P. C. Weber, 1980. Platelet membrane fatty acids, aggregation and thromboxane formation on mackerel diet. *Lancet*, 1 : 441.
- 清水康美, 吉橋樹雄, 西岡陽子, 1975. 保存助劑としてのエチルアルコールの利用法. *New Food Industry*, 17(8) : 8~12.
- Singer, P., W. Jaeger, M. Wirth, S. Voigt, E. Maumann, S. Zimontkowski, I. Hajdu & W. Goedicke, 1983. Lipid and blood pressure-lowering effect of mackerel diet in man. *Atherosclerosis*, 49 : 99~108.
- 竹内務, 片平太, 1983. EPAについて. *New Food Industry*, 25(4) : 5~9.
- 高見 亘, 1966. 乳酸菌, 酵母, クロカビ, コウジカビに關する二, 三の生理學的 研究(第三報). *日酸協誌*, 24(9) : 29~34.
- 露木 英男, 1985. 赤身魚の脂質のEPA. *食品工業*, 9下 : 20~29.
- 上田 正, 1976. マサバ脂質の脂肪酸 組成の變化とそれに関與する因子-1. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 42(4) : 479~484.
- 山田 實, 林 賢治, 1975. 22種の魚類および軟體動物 脂質の脂肪酸 組成. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 41(11) : 1143~1152.