

赤色肉魚類의 高度不飽和脂質의 利用에 關한 研究*

3. 精製정어리油의 製造

李康鎬 · 鄭寅鶴** · 徐載壽*** · 丁宇眞 · 陸知希
부산수산대학 식품공학과

Utilization of Polyunsaturated Lipids in Red Muscled Fishes

3. The Conditions of Refining, Decoloring, and Deodorization for Processing of Refined Sardine Oil

Kang-Ho LEE, In-Hak JEONG**, Jae-Soo SUH***, Woo-Jin JUNG, and Ji-Hee RYUK
Department of Food Science and Technology National Fisheries University of Pusan,
Pusan 608-737, Korea

As the studies on effective utilization of polyunsaturated lipids in sardine (*Sardinops melano-sticta*), the conditions of deacidification, decoloring, and deodorization for processing of refined sardine oil were investigated.

In the process of refining, phosphoric acid treatment was not effective in removing phosphatides, and optimal condition to neutralize the crude sardine oil was treating for 30min at 40°C with 0.5% excess of 3M NaOH solution

Decoloring was optimized by adding 5% bleaching earth and treating for 20min at 50°C under vacuum, and deodorizing was done by steam distillation at 180°C under 3 torr of vacuum. When deodorizing temperature exceeded 200°C, some changes occurred in fatty acid composition and artifacts were appeared on GLC chromatogram.

緒 論

魚類의 脂質中에 많이 分布하는 高度不飽和脂脂肪酸의 營養的價値와 生理的活性이 밝혀지면서 (Bang et al., 1972; Dyerberg, 1978; Sanders and Hochland, 1983) 이들을 다량 함유하는 정어리 등 소위 "등 푸른 생선"의 가치가 새로이 認識되고 이들 魚種의 加工에 關한 試圖가 多樣하게 이루어지고 있다 (Nakamura et al., 1980; 山田, 1979; Nakamura

et al., 1982; 鄭 등, 1983; 李 등, 1986; 朴 등, 1985). 한편으로 정어리의 脂質에 多量 含有되어 있는 Eicosapentaenoic acid (EPA) 및 Docosahexaenoic acid (DHA)를 活用하는 方法으로 EPA 및 DHA 濃縮魚油 또는 蒸溜物을 製造하고 이를 캡슐화하여 소위 健康食品으로 販賣하고 있다 (大鶴 등, 1984; Hayashi and Takagi, 1977, 長谷川, 1984; 竹内 등, 1983). 그러나 現在까지 일부 硬化油의 製造 外에 食用으로 거의 利用되고 있지 않는 魚油 特히 EPA 및 DHA

* 본 연구는 1987년도 산학협동재단의 연구비로 수행되었으며, 지원에 대하여 감사드립니다.

** 강릉대학 수산자원개발학과

(Department of Fisheries Resources Development, Kangung National University, Kangung 210-702, Korea)

*** 고신대학 식품영양학과

(Department of Food and Nutrition, Gosin University, Pusan 606-080, Korea.)

수량이 높은 정어리유를 精製하여 食生活에 利用한다면 國民保健과 營養增進은 물론 資源의 效率의 利用이란 面에서도 매우 바람직한 일이라 생각된다.

정어리유는 高度不飽和脂肪酸으로 인한 不安定性, 特有的 냄새와 색 등의 性狀으로 인하여 그대로 食品에 利用하기에는 많은 문제점이 있으므로 精製油의 形態로 利用함이 바람직하다.

本 研究에서는 정어리의 n-3 高度不飽和脂質을 食品으로 利用하기 위하여 脱검, 脱酸, 脱色, 脱臭 등 정어리유 的 精製條件을 實驗하였다.

材料 및 方法

1. 試料油

本實驗에 使用된 대량의 정어리유는 부산시 사하구 所在 사료공장(株, 大一飼料)에서 정어리어분제 조부산물로 얻어지는 遠心分離油를 使用하였다.

2. 試料油의 精製

1) 탈검

精製하지 않은 정어리유를 水洗한 후 60℃로 加溫하여 0.2%의 인산을 加한 다음 30分 동안 교반한다. 20分 동안 靜置시켜 沈澱物을 除去하고 알칼리法으로 精製한 後 燐脂質을 定量하여 인산처리 的 脱검效果를 실험하였다.

2) 脱酸

脱酸條件을 찾기 위하여 정어리유를 충분히 교반하면서 加熱溫度, 알칼리의 溫度 및 過剩添加量, 處理時間 등의 效果를 酸價, 過酸化物價, 色度(469nm에서의 吸光度) 등으로 實驗하였다.

3) 脱色

알칼리精製油의 脱色條件을 찾기 위하여 충분히 교반하면서 기름의 加熱溫度, 酸性白土의 添加量, 處理時間, 壓力, 活性炭의 添加效果 등을 Rovibond 色度, 過酸化物價 등으로 實驗하였다.

4) 脱臭

脱臭條件을 찾기 위하여 脱酸, 脱색한 정어리유를 수증기증류법으로 4torr의 減壓하에서 기름의 온도를 160℃, 180℃, 200℃, 230℃로 달리하여 脱臭한 후油의 物理化學的 性狀의 變化를 實驗하였다.

3. 實驗方法

1) 脂肪酸組成의 分析

정어리유를 5% HCl/methanol(w/w)로 메칠화하여(藤野, 1980; Hammond, 1981) 지방산조성분석 시료로 하였으며 Table 1의 조건으로 그 조성을 분석하였다.

Table 1. The operation conditions of GLC

Instrument	Pye-Unicam series 304 Chromatograph
Column	3.0m×3.0mm i. d., stainless steel column 10% DEGS on 100-200 mesh Chromosorb W
Carrier gas	35 ml/min. nitrogen
Column temp.	195℃
Injector temp.	250℃
Chart speed.	0.25 cm/min

2) 脂質酸敗度の 測定

酸價(Acid Value, AV) 酸價는 N/10 KOH/메탄올 용액을 사용하여 基準油脂分析試驗法(日本油化學協會, 1983)에 따라 測定하였다.

過酸化物價(Peroxide Value, POV) 과산화물값은 포화요오드화칼륨용액을 사용하는 AOAC법(1980)에 따랐다.

카르보닐價(Carbonyl Value, COV) 카르보닐값은 2.4DNPH/benzene 용액을 사용하는 Henick 법(1954)에 準하여 測定하였다.

3) 정어리유 的 物理化學的 性狀의 測定

오오드價(Iodine Value, IV) 油脂의 二重結合數의 척도인 IV는 Wijs 법(Gunstone, 1986)에 따라 測定하였다.

色度 脱色에 따른 油脂의 色度の 變化는 Rovibond色度計(AF 900, Cell; 5¼inch, 手動型)로서 測定하였으며 脱酸에 의한 試料油의 色度の 變化는 試料油를 n-hexane에 2% 용액으로 만들고 469nm에서 吸光度를 測定하였다.

屈折率 精製정어리유의 굴절율은 Refractometer (ABBE. ATAGD 1210)로 20℃에서 測定하였다.

結果 및 考察

1. 脱酸

油脂의 精製工程은 일반적으로 脱gum, 脱酸, 脱色, 脱臭의 순으로 進行된다. 이 중 脱gum은 갈변과 臭氣의 原因이 되는 인지질 등을 除去하기 위한 것으로 脫산공정에 앞서 行해진다(Zama et al., 1970; Tai et al., 1974; Bernardin, 1983).

魚油는 극성지질의 함량이 대부분 10% 내외이며, 그 중 인지질이 거의 대부분을 차지하여(上田, 1976; 大鶴等, 1984; 佃, 1976; Bosund and Granrot, 1969; 衣卷等, 1970) 0.5~3% 정도의 인지질을 함유하는 植物性기름(List et al, 1981)보다 많은 편으로 0.2% 인산처리가 정어리유 的 인지질 除去에 미

Table 2. Deacidification conditions for purification of sardine oil

Condition	AV	Yield (%)	POV	Absorbance E ^{2%} _{469nm}
Raw oil	27.11	100	14.55	0.118
Concentration of NaOH soln (mole), 40°C, 30min				
1	0.61	60	20.86	0.032
2	0.72	72	20.09	0.049
3	0.89	72	18.01	0.051
4	1.13	72	17.78	0.059
5	1.85	70	19.63	0.069
Temperature (°C), 2M NaOH, 30min				
40	0.14		20.06	0.072
50	0.42		15.21	0.088
60	0.46		11.76	0.093
70	0.55		9.68	0.1003
Time (min), 2M NaOH, 40°C				
10	0.18		14.92	0.070
20	0.16		20.24	0.043
30	0.15		21.29	0.037
40	0.18		22.94	0.035

치는 効果를 검토하여 본 바에 의하면 0.2% 이상의 농도에서는 정어리油를 검게 변색시킬 우려가 있으며 인산처리후 탈산한 기름과 인산처리 없이 脫酸한 기름의 인함량이 差異를 나타내지 않아 탈검 처리가 꼭 필요하지 않은것으로 보였다.

本實驗에 使用된 정어리油는 AV가 27.11로 매우 높아 알칼리처리시 生成되는 많은 비누분을 除去할 때 中性油의 손실이 우려되었다. 脫酸時 使用되는 NaOH용액의 농도, 기름의 溫度, 反應時間 등이 脫酸에 미치는 効果와 生成된 비누가 갈변색소를 吸着除去하는 效果를 실험하여 Table 2에 나타내었다. 結果에 의하면 유리지방산의 除去와 色度の 低下에는 1몰용액이 가장 效果的이었으나 액상의 비누가 生成되어 이를 除去하기 위하여 원심분리 할때 中性油가 상당량 流失되어 수율이 매우 나빴다. 2몰 이상의 농도에서는 수율이 70~72% 정도로 큰 차이는 없었으나 4몰 이상의 용액은 처리후 AV가 1 이상으로 유리지방산 제거에 效果가 적었다. 따라서 수율, AV, 색도 등을 감안할 때 수산화나트륨 2~3 M 용액이 적절하였으며, 그 중 2몰의 경우가 색도와 AV 등에서 좀 더 낮은 값을 보였다. 또한 알칼리 2M 용액으로 40°C~70°C에서 30분 처리한 결과에 의하면 (Table 2) 溫度가 증가함에 따라 AV는 증가하고, POV는 저하하였으나 脫色도는 40°C의 경우가

Table 3. The effect of excessive amount of NaOH solution for deacidification of sardine oil

Excessiveness(%)	Acid value	Peroxide value	Absorbance
Raw oil	27.11	39.31	0.117
0	0.53	61.75	0.043
0.5	0.13	51.84	0.042
1.0	0.14	41.70	0.043
10.0	6.80	29.47	0.107
50.0	4.47	23.43	0.090

Table 4. The bleaching condition for purification of sardine oil

Condition	POV	Rovibond value	
		Red	Yellow
Raw oil	40.06	12.2	70
Amount of bleaching earth (%), 60°C, 20min			
1	24.11	4.0	30
3	22.76	1.1	11
5	21.88	0.8	10
10	21.60	0.8	11
Temperature (°C), 5% earth, 20min			
20	23.24	1.8	20
40	21.88	1.5	16
60	19.48	0.7	7.7
80	27.34	0.9	12
100	38.50	1.3	14
Time (min), 5% earth, 60°C			
10	14.78	1.1	11
20	21.88	0.8	10
30	23.46	0.8	10

가장 좋아 그 이상의 온도에서 처리하는 것은 바람직하지 않은 것으로 생각되었다. 또한 처리시간이 탈산효과에 미치는 영향을 보면 (2M 알칼리, 40°C) AV는 40분 처리까지 큰 변화가 없었으나 30분 처리가 0.15로 가장 작았으며, POV와 색度も 처리시간에는 큰 영향을 받지 않아 처리시간은 30분이 적당하다고 생각되었다.

2. 알칼리 과잉량 添加의 效果

脫酸過程에 使用하는 알칼리용액의 濃度は 2몰이 적당하였으나 AV로 계산된 當量 만으로는 부족하여 어느정도 과잉량을 첨가하여야 한다. Table 3은 계산된 當량의 알칼리보다 초과 첨가하였을 때의 結果를 나타낸 것으로 AV는 0.5%와 1% 과잉첨가때가 效果가 좋았으며, 1% 이상인 경우에는 오히려 AV를 증가시켰다. POV는 當量만큼 添加한 경우보

Table 5. The effect of temperature on chemical and physical properties of sardine oil during deodorification

Temp.(℃)	Acid value	Peroxide value	Carbonyl value	Iodine value	Refractive index	Rovibond value	
						Red	Yellow
Control	0.18	6.04	16.51	182.13	1.4800	0.8	10
160	0.14	—	12.55	182.60	1.4802	0.7	9.2
180	0.12	—	10.91	182.40	1.4802	0.7	7.6
200	0.11	—	10.08	181.15	1.4802	0.6	6.4
230	0.08	—	8.83	176.81	1.4810	0.5	4.5

다 0.5% 과잉첨가 때가 더 낮았고, 과잉량이 증가함에 따라 더욱 낮은 값을 보였으나 脱色도에 있어서 1% 이상의 첨가에서는 매우 低下하였다. 이러한 결과로 미루어 볼 때 정어리油의 脱酸은 2M의 알칼리용액을 계산량보다 0.5% 과잉으로 添加하여 40℃에서 30분 처리하는 것이 적당한 것으로 생각되었다.

3. 탈색

정어리油는 脱酸處理를 거치면서 다소 맑아지는 하였으나 아직 色도가 높았다.

酸性白土로써 脱色할때 添加量, 温度, 時間 等の條件에 따른 脱色效果를 검토하여 Table 4에 나타내었다. 기름증량에 대하여 白土를 1%, 3%, 5%, 참가한 경우 色도는 5%까지는 계속 감소하였으나, 그 이상의 첨가는 효과가 없었다. 한편 산성백토를 5% 添加하고 처리온도를 달리하여 20분 동안 脱色한 결과, 60℃때가 가장 낮은 값을 보였고, 그 이상의 온도에서는 오히려 脱色效果가 低下하였다. 또한 處理時間別 效果를 보면 20분의 경우가 最低값을 보였다.

한편 活性炭은 酸性白土보다 7~8배 비싸고 여과가 어려운 단점은 있으나 赤色素의 除去에 效果的이기 때문에 공업적으로는 산성백토의 5% 정도를 混合하여 使用하고 있다. 그러나 위의 실험과 같이 정어리油의 脱色인 경우 活性炭의 혼합 效果는 전혀 없었다. 또한 감압은 脱色에 거의 필수적이어서 같은 脱色 條件下에서는 감압 탈색효과가 월등하였다.

이와 같은 결과로 정어리油의 脱色은 감압하에서 60℃로 加温하고 5%의 산성백토를 加하여 20분동안 처리하는 것이 바람직하였다.

4. 脱臭

정어리油는 水洗, 脱酸, 脱色の 조작을 거쳐도不快한 냄새와 맛을 가지는데, 이는 주로 不飽和炭化水素, 低級脂肪酸, 카르보닐화합물 등에 의한 것으

로 알려져 있다. Table 5는 160℃에서 230℃까지 温度를 다르게 하여 수증기증류법으로 脱臭했을 때 일어나는 物理化學的 性狀의 變化를 조사한 것이다. AV와 COV는 脱臭前에 각각 0.18, 16.51이던 것이 처리온도를 높일 수록 감소하여 230℃에서 처리한 경우에는 0.08, 8.83을 나타내었다. POV는 脱臭前 6.04이던 것이 高温脱臭로 인하여 分解되어 檢出되지 않았다. 이것은 高温眞空 수증기증류를 함에 따라 일부 유리지방산이 除去되고 過酸化물이 分解除去되며 카르보닐화합물도 상당량 제거된 것으로 생각되었다. IV는 180℃ 탈취까지는 별다른 變化를 보이지 않았으나 200℃와 230℃ 탈취의 경우에는 脱臭前에 183.13이던 것이 각각 181.15와 176.81로서 200℃ 이상의 고온처리는 油脂의 二重結合에 상당한 變化를 가져오는 것으로 추측되며, 이러한 變化는 온도가 높아질수록 더욱 현저하였다.

屈折率은 처리전이 1.4800으로 전형적인 정어리油의 굴절율을(太田, 1981) 보였으며 200℃까지는 거의 變化가 없었으나, 230℃에서는 1.4810으로 증가하였다. 色도는 脱臭前 R/Y值가 0.8/10이던 것이 온도가 높아짐에 따라 色素의 파괴로 인하여 230℃ 탈취의 경우 R/Y가 0.5/4.5로 감소하였다. 또한 脱臭前과 脱臭後의 정어리油의 脂肪酸 組成을 Table 6에 나타내었다.

이때의 G. C. chromatogram을 검토한바에 의하면 200℃ 脱臭油까지는 脱臭前의 것과 같았으나 230℃ 脱臭때는 DHA peak뒤에 미지의 새로운 peak가 나타나 구성지방산이 高温으로 인하여 상당한 變化를 받은 것으로 생각되었다. 그리고 지방산조성을 보면 脱臭前의 試料油는 포화지방산이 26.22%, monoene酸이 32.88%, polyene酸이 40.84%였다. 탈취온도가 높아짐에 따라 포화지방산 및 monoene산의 비가 점차 증가된 반면 polyene 산은 점차 감소하였으며 200℃ 脱臭의 경우 C_{22:6}의 peak뒤에 새로운 peak가 나타났다. 또한 230℃의 경우 C_{20:5}와 C_{22:6}의 peak뒤에 인접하여 각각 새로운 peak가 보였으며 C_{22:6}

Table 6. Changes in fatty acid composition of sardine oil when deodorized at various temperature

Fatty acid	Control	(Area %)			
		Temperature (°C)			
		160	180	200	230
12 : 0	0.11	0.11	0.12	0.11	0.13
14 : 0	5.98	6.00	6.01	6.05	6.26
15 : 0	0.19	0.19	0.21	0.19	0.19
16 : 0	15.53	15.58	15.63	15.76	16.39
17 : 0	1.09	1.10	1.20	1.23	1.28
18 : 0	2.81	2.85	2.90	2.87	3.01
20 : 0	0.51	0.52	0.57	0.60	0.57
Saturates	26.22	26.32	26.64	26.81	27.83
12 : 1	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04
14 : 1	0.91	0.92	0.93	0.91	0.93
16 : 1	11.58	11.51	11.50	11.52	11.94
18 : 1	14.56	14.63	14.70	14.83	15.33
20 : 1	4.76	4.76	4.81	4.83	4.98
22 : 1	1.03	1.03	1.01	1.04	1.00
Monoenes	32.88	32.89	33.00	33.17	34.22
18 : 2	3.10	3.20	3.15	3.14	2.98
20 : 2	3.74	3.75	3.76	3.71	3.65
20 : 3	0.09	0.08	0.09	0.09	0.09
20 : 4	3.49	3.49	3.47	3.52	3.66
20 : 5	11.88	11.96	11.68	11.78	11.18
22 : 3	0.97	1.05	0.96	0.94	0.98
22 : 4	0.38	0.39	0.35	0.33	0.33
22 : 5	2.16	2.03	2.10	2.07	1.75
22 : 6	15.03	14.73	14.79	14.42	13.35
Polyenes	40.84	40.68	40.35	39.46	37.97
Unidentified 1					trace
Unidentified 2				trace	0.54

뒤의 peak는 0.54%의 조성비를 차지하였으며 각각의 새로운 peak는 C_{20:5}와 C_{22:6}의 감소와 더불어 생성량이 증가하는 것으로 보아 이들의 分解産物 혹은 構造上의 어떤 變化로 인한 것이라고 추측되었다.

脱臭過程 中에 polyene酸에 損傷이 일어날 경우 polyene 酸 中의 EPA와 DHA의 量에 따른 그 손상 정도를 보기 위하여 溶媒分別晶出을 시켜 EPA와 DHA의 농도를 높인 후 (李 등, 1987) 脱臭 (230°C, 120 분)한 結果를 Table 7에 나타내었다. 이에 따르면 0°C에서 溶媒分別晶出시켜 polyene酸이 33.49%에서 38.57%로 증가된 것은, 탈취 후 7.35% 감소하였으

Table 7. The effect of winterizing temperatures and deodorification on the fatty acid composition

Fatty acid	Raw	(Area %)			
		Winterizing temperature			
		0°C		-10°C	
		Cont-rol	Deodo-rified	Cont-rol	Deodo-rified
12 : 0	0.39	0.31	0.34	0.19	0.29
14 : 0	7.45	8.80	7.27	6.47	6.97
15 : 0	0.19	0.46	0.88	0.29	0.38
16 : 0	20.08	17.39	19.18	16.00	16.97
17 : 0	1.32	1.04	1.35	1.23	1.47
18 : 0	3.89	3.29	3.81	3.08	3.54
20 : 0	1.17	1.15	1.16	1.14	1.83
Saturates	35.21	32.44	33.99	28.40	31.55
12 : 1	0.12	0.09	0.11	0.05	0.10
14 : 1	0.47	0.40	0.39	0.73	0.87
16 : 1	9.26	8.27	9.34	8.72	9.19
18 : 1	15.39	15.03	16.27	15.62	16.34
20 : 1	4.49	4.30	4.34	4.42	5.05
22 : 1	0.84	0.87	0.77	0.96	0.76
Monoenes	30.57	28.96	31.22	30.50	32.31
14 : 2	0.18	—	0.16	—	—
16 : 2	1.52	1.22	1.51	1.24	1.45
18 : 2	0.89	1.73	2.02	1.83	2.65
18 : 3	1.92	—	—	—	—
20 : 2	3.23	3.30	3.34	3.34	4.00
20 : 4	3.90	4.05	4.41	4.24	4.36
20 : 5	10.82	11.91	9.08	12.73	8.82
22 : 3	0.32	0.53	0.27	0.58	0.31
22 : 4	0.55	0.97	0.86	0.97	1.01
22 : 5	1.36	1.99	1.39	2.16	1.44
22 : 6	8.80	12.87	8.18	13.96	8.18
Polyenes	33.49	38.57	31.22	41.05	32.22
Unidentified 1			1.30		1.68
Unidentified 2			1.89		2.23

며 -10°C에서 晶出시켜 41.05%로 증가된 것은 8.83% 감소하여 polyene酸 농축도가 클수록 손상이 커지는 것으로 나타났다. 또한 이러한 감소는 polyene酸 中 주로 EPA와 DHA에 일어났으며 그 감소량은 새로운 未知의 peak 생성량과 비례하는 것으로 나타나 이 未知의 peak가 각각 EPA와 DHA로부터 生成되어 지는 것으로 추정된다.

要 約

정어리油的 高度不飽和脂質을 日常食生活을 통하여 效果的으로 利用하기 위하여 정제정어리油의 제조를 위한 脫酸, 脫色, 脫臭 等の 精製條件을 檢討한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 정어리油의 脫酸은 알칼리처리가 效果的이었으며 2M NaOH용액을 0.5% 과잉첨가하고 40℃, 30分處理가 適條件이었다. 일반적으로 행하는 인산처리 는 탈검에 效果가 없었다.

2. 脫色은 酸性白土만을 기름의 5% 정도로 添加하고 減壓下에서 60℃ 20分間 處理하는 것이 가장 效果的이었다.

3. 脫臭은 水蒸氣蒸留가 效果的이었으며 4torr 以下로 減壓하면서 180℃ 以下の 溫度에서 하는 것이 바람직하였고 200℃ 以上에서는 현저한 요오드價의 減少와 脂肪酸組成에 變化를 招來하였다.

文 獻

A. O. A. C. 1982. Official Method of Analysis. 14th ed., Assoc. of Offic. Agric. Chem., Washington, D. C., 489 p

Bang, H. O. and J. Dyerberg. 1972. Plasma lipids and lipoproteins in Greenlandic West Coast Eskimos. Acta. Med. Scand., 192, 85.

Bernardini, E. 1983. Oilseeds, Oils and Fats. Vol. II, Oils and Fats Processing. Interstampa, Rome, pp. 87~275.

Bosund, I. and B. Granrot. 1969. Lipid hydrolysis in frozen baltic herring. J. Food Sci. 34 (1), 13~17.

Dyerberg, J., H. O. Bang, E. Stoffersen, S. Moncada and J. R. Vane. 1978. Eicosapentaenoic acid and prevention of thrombosis and atherosclerosis. Lancet ii, 117.

Gunstone, F. D. 1986. Fatty acid Structure, in, The Lipid Handbook, edited by Gunstone, Harwood and Padley, Chapman and Hall, London, 7~11.

Hammond, E. W. 1981. The analysis of lipids, a personal approach to an analytical service. Chem. and Indust. 17 (10), 710~715.

Hayashi, K. and T. Takagi. 1977. Seasonal variation in lipids and fatty acids of sardine, *Sardinops melanosticta*. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Uni., 28 (2), 83~94.

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. 51, 928.

List, G. R., J. M. Avellaneda and T. L. Mounts. 1981. Effect of degumming conditions on removal and quality of soybean lecithin. J. Am. Oil Chem. Soc. 58 (10), 892~898.

Nakamura, K., S. Ishikawa, K. Shinozaki, Y. Yamaguchi, T. Sugiyama, I. Sumiya and G. Yamano. 1980. Studies on salted and dried sardine, III. Influence of freshness and frozen storage temperature of raw fish on the quality of salted and dried sardine. Bull. Tokai Reg. Fish. Lab., No. 102, Oct., 77~84.

Nakamura, K., I. Haruka, M. J. Nicolau and T. Tokunaga. 1982 Study on odor in dried and salted marine products. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab., No. 107, Mar., 53~60.

Sanders, T. A. B. and M. C. Hochland. 1983. A comparison of the influence on plasma lipids and platelet function of supplements of 3 and 6 polyunsaturated fatty acids. Brit. J. Nutri. 50, 521~529.

Tai, P. T., J. Pokorny and G. Janicek. 1974. Nonenzymatic browning, X. Kinetics of the oxidative browning of phosphatidyl ethanolamine. Z. Lebensmitt. 156, 257~262.

Zama, K. 1970. Oxidation of the phospholipids of aquatic animals, in "Symposium on oxidation of marine animal lipids". Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 36 (8), 867~868.

朴榮浩 · 金東洙 · 千石祚 · 姜珍燦 · 朴震宇. 1985. 赤色肉魚類를 原料로 한 煉製品의 제조 (1) 정어리 어묵의 제조. 韓水誌 18 (4), 339~351.

이강호 · 이병호 · 정인학 · 서재수 · 최병대 · 송승호. 1986. 적색육어류의 고도 불포화지질의 이용에 관한 연구, 2. 정어리류의 고도불포화지질의 농축 · 정제 및 저장안정성. 한국수산학회지 19 (5), 436~445.

李應昊 · 金珍洙 · 金漢虎 · 李眞璟 · 吳光秀 · 權七星. 1986. 眞空包裝 정어리 調味乾製品의 제조 및 品質安定性. 韓水誌 19 (1), 52~59.

鄭惠敬 · 朴榮浩. 1983. 정어리 염건품 제조조건과 저장중의 변화. 韓水誌 16 (3), 231~238.

長谷川峯天. 1984. 高度脫臭 EPA油について. New Food Industry, 26 (4), 26~29.

- 藤野安彦. 1980. 脂質分析法入門. 學會出版センター
東京. pp. 155~156.
- 衣巻豊輔・飯田遙・新聞様子. 1970. 冷凍保存した魚
の脂質の變化 I. 脂質の抽出法ならびに 脂質の
分離法の検討. 東海水研報 61 (2), 27~41.
- 日本油化學協會. 1983. 基準油脂分析試験法 1, 1, 4,
4 -83.
- 大鶴膳・藤井美由紀・石永正隆・鬼頭誠. 1984. 魚の
脂肪酸組成 - 山口縣 近海産魚の脂肪酸組成. 日
本農藝學會誌 58 (1), 35~42.
- 太田冬雄. 1981. 水産製造加工技術 第1編, 水産製造
技術. 恒星社厚生閣, 東京, pp. 307~315.
- 竹内務・片平亮太. 1983. EPAについて. New Food
Industry 25 (4), 5~9.
- 上田正. 1976. マサバ脂質の脂肪酸組成の變化と
それに關する因子 1. 日水誌 42 (4), 479~484.
- 山田充阿彌. 1979. マイワシ體各部の脂質の酸化. 東
海水研報 99, 23~29.
-
- 1988년 7월 15일 접수
1988년 9월 19일 수리