

淡水魚의 脂質에 관한 研究

1. 붕어(*Carassius carassius*)의 部位別 脂質成分의 分布

崔鎮浩 · 盧在一 · 卞在亨 · 崔康注*
釜山水產大學 食品營養學科 *韓國人蔘煙草研究所

Studies on Lipids in Fresh-Water Fishes

1. Distribution of Lipid Components in Various Tissues of Crucian Carp,
Carassius carassius

Jin-Ho CHOI, Jae-II RO, Jae-Hyeung PYEUN

Department of Nutrition and Food Science, National Fisheries University of Pusan

and

Kang-Ju CHOI

Korea Ginseng & Tobacco Research Institute

This study was designed to elucidate the lipid and its fatty acid composition in various tissues of fresh water fishes. The free and bound lipids in meat, skin and viscera of crucian carp (*Carassius carassius*) were extracted with ethyl ether and the mixed solvent of chloroform-methanol-water (10/3/1, v/v). The free and bound lipids were fractionated into neutral lipid, glycolipid and phospholipid by a silicic acid column chromatography using chloroform, acetone and methanol, respectively, and quantitatively analyzed by thin layer chromatography (TLC) and TLC scanner. The fatty acid compositions of polar and nonpolar lipids in meat, and these of neutral lipid in various tissues were analyzed by gas liquid chromatography (GLC).

The free lipid content in meat, skin and viscera was 6.22%, 9.95% and 9.76%, whereas the bound lipid content in those tissues was 10.01%, 3.56% and 7.36%, respectively. The neutral lipid contents in free lipid were ranged from 71.7% to 89.4%, and 3~9 times higher than those in bound lipid, while the phospholipid contents in bound lipid were ranged from 42.3% to 63.2%, and 5~10 times higher than those in free lipid. The neutral lipid was mainly consisted of triglyceride (81.91~88.34%) in free lipid, and esterified sterol & hydrocarbon (41.00~59.43%) in bound lipid. The phospholipid was mainly consisted of phosphatidyl ethanolamine (54.56~66.79%) and phosphatidyl choline (21.88~34.28%) in free lipid, and phosphatidyl choline (50.49~70.57%) and phosphatidyl ethanolamine (15.74~24.92%) in bound lipid.

The major fatty acids of polar lipid in free and bound lipids were C_{16:0} (17.53%, 19.29%), C_{18:1} (24.57%, 16.08%), C_{18:2} (8.39%, 4.03%), C_{22:5} (1.68%, 8.08%) and C_{22:6} (6.22%, 13.60%), and these of neutral lipid in free and bound lipids were C_{16:0} (17.67%, 24.15%), C_{18:1} (12.81%, 5.52%), C_{18:2} (24.13%, 13.02%), C_{18:2} (15.47%, 8.68%), C_{22:5} (0.88%, 4.14%) and C_{22:6} (1.17%, 5.04%), respectively. The unsaturations (TUFA/TSFA) of polar lipid in free and bound lipids were 2.02 and 2.74, and 1.5~2.0 times higher than 1.51 [and 1.23 of nonpolar lipid. In both polar and nonpolar lipids, ω₃ highly unsaturated fatty acid (ω₃HUFA) content of bound lipid

was 2~5 times higher than that of free lipid. The polyenoic acid contents such as $C_{20:5}$, $C_{22:5}$ and $C_{22:6}$ in bound lipid were 2~5 times higher than these in free lipid. Consequently, there were significant difference between the lipid and its fatty acid composition in free and bound lipids and/or in various tissues.

緒 論

魚類의 體成分 중 脂質은 그 性狀과 脂肪酸組成이 魚種, 食餌, 性別 및 成熟度 그 밖에 水溫, 水深, 季節, 海水 및 淡水 등 棲息環境에 따라 많은 影響을 받고 있으며, 同一個體라도 部位에 따라 分布 脂質의 性狀에는 많은 差異를 보이는 것으로 報告되어 있다.^{1~28)}

이와 關聯된 研究로서는 新聞 등¹⁾, 上田²⁾, 露木 등³⁾, 羽田野⁴⁾, Mori 등⁵⁾, Takada 등⁶⁾의 海産魚類에 대한 構成脂肪酸 및 sterol 組成 등에 관해서, 豊水 등⁷⁾, 竹内 등⁸⁾은 魚類의 食餌와 脂肪酸 組成 등에 관해서 上田⁹⁾, 落合 등¹⁰⁾, 田代 등^{11~12)}은 魚類의 環境季節 및 部位別 脂肪酸 組成의 變化에 관해서 또 林 등¹³⁾, Hayashi 등¹⁴⁾은 魚類의 生息深度에 따른 脂肪酸 組成에 관해서 報告하였다. 上田¹⁵⁾, 太田 등¹⁶⁾은 筋肉脂質 中の 極性과 非極性 脂質의 脂肪酸 組成을 比較하였고, Wada 등¹⁷⁾은 中性脂質 中の triglyceride의 脂肪酸 組成을 比較하였으며, 村田 등¹⁸⁾은 魚類脂肪酸의 β 酸化에 미치는 影響을 分析, 比較하였다. 이 밖에 生體의 抗酸化作用과 關係가 깊은 磷脂質의 含量 및 脂肪酸 組成에 관한 研究^{19~25)}도 많이 되어 있다.

최근 魚類 蛋白質資源의 중요한 供給源으로 脚光을 받기 시작하는 淡水魚의 生態 및 養殖 등에 대한 研究는 활발히 進行되고 있으나, 脂質에 관한 營養學的인 基礎研究는 거의 없는 實情으로 新聞 등²⁶⁾, 山田 등²⁷⁾, 河 등²⁸⁾의 일부 淡水魚의 脂肪酸 組成에 대한 報告가 있을 뿐이다.

本 研究는 우리 나라 陸水界에 비교적 널리 分布하는 淡水魚의 代表種인 붕어를 試料로 하여 營養學的 및 生化學的 研究의 基礎資料를 얻기 위하여 體組織의 部位別(肉質部, 皮部, 內臟部)로 遊離脂質과 結合脂質을 抽出하여 silicic acid column chromatography, thin layer chromatography 및 gas liquid chromatography 등을 사용하여 遊離 및 結合脂質의 分布와 이들 脂質의 中性, 糖 및 磷脂質 含量과 그 組成 및 中性脂質의 構成脂肪酸 組成을 分析, 比較하였기에 그 結果를 報告한다.

材料 및 方法

1. 材 料

釜山 釜田市場에서 購入(1984年 1月)한 幅 6cm, 체장 15cm의 1年産 붕어(crucian carp, *Carassius carassius*)를 저온실로 옮겨 肉質部, 皮下脂肪을 포함한 皮部 및 內臟部로 區分하여 사용하였다.

2. 方 法

(1) 粉末試料의 調製

部位別 試料를 凍結庫(-30°C)에 24時間 凍結하여 酵素를 不活性化한 다음, 眞空凍結乾燥器(日本朝日通商製)에서 48時間 乾燥하여 粉末化(水分含量 7.0%)하였다.

(2) 一般成分의 分析

水分은 常壓乾燥法으로, 灰分은 直接灰化法으로 總窒素 및 粗蛋白質은 micro kjeldahl法으로, 粗脂肪은 Soxhlet法으로, 또 總糖質은 全體量에서 各成分의 總含量을 뺀 값으로 하였다.

(3) 脂質의 抽出 및 精製

試料 中の 遊離脂質은 ethyl ether를 사용, soxhlet法으로 24시간 抽出하였고, 結合脂質은 遊離脂質을 抽出한 殘渣를 Schoch 등²⁹⁾의 方法을 일부 修正하여, 殘渣를 삼각 flask에 넣고 chloroform-methanol-water (10/9/1, v/v) 混合溶媒를 사용 shaking water bath(80°C)에서 3시간 抽出하여 吸引 濾過하고, 다시 殘渣를 2回 반복추출하였다. 抽出液을 減壓濃縮하여 抽出溶媒를 除去하였다.

이들 粗脂質을 精製³⁰⁾하기 위하여 chloroform-methanol(2/1, v/v)에 녹여 濾過, 濃縮한 다음, 다시 ethyl ether에 녹여 separating funnel에 옮겨 水洗하여 水溶性成分을 除去하고 無水 Na_2SO_4 로 脫水, 減壓濃縮하여 窒素가스로 충전한 시험관에 넣어 低溫下에 보관하였다. 각 脂質의 含量은 重量法으로 계산하였다.

(4) 脂質의 分割

精製된 遊離 및 結合脂質을 試料로 하여 silicic acid column chromatography³¹⁾에 의하여 中性脂質, 糖脂質 및 磷脂質로 分割하였다. 즉, silicic acid (Sigma 製: 100~300 mesh)를 증류수, methanol로 洗滌하여 110°C에서 12時間 活性化한 다음, 10g씩 취하여 chloroform으로 slurry를 만들고 glass column(φ 12 mm×30 cm)에 충전하여 각 試料 150 mg씩 column 上端에 넣고 chloroform으로 中性脂質을, acetone으로 糖脂質을, 또 methanol로 磷脂質을 각각 溶離, 分割하였다. 이들 脂質分割을 減壓濃縮, 秤量한 다음 窒素를 充填, 冷凍室에 보관하였다.

(5) 脂質分割의 組成

分割된 中性脂質 및 磷脂質의 構成脂質의 組成은 thin-layer chromatography(TLC)에 의하여 分離, 同定하고 TLC scanner로써 定量하였다.

TLC plate는 kieselgel 60 F₂₅₄(0.25 mm precoated; Art 5715, Merck Co.)를 사용, 中性脂質分割은 petroleum ether-ethyl ether-acetic acid(80/20/1, v/v) 混合溶媒³²⁾를, 磷脂質分割은 chloroform-acetone-methanol-acetic acid-water (65/20/10/10/3, v/v) 混合溶媒³³⁾를 展開溶媒로 하여 分離하였으며, 發色劑는 40% H₂SO₄ 및 20% HClO₄를 사용하였다.

同定은 標準物質 및 文獻의 R_f值와 比較하였고, TLC에 의해 分離, 同定된 각 脂質의 含量은 dual wavelength TLC scanner(CS-900, Shimadzu Co.)에 의하여 다음과 같은 條件에서 얻은 積分曲線으로 各 組成脂肪의 相對含量(%)을 계산하였다.

Instrument	Shimadzu dual-wave length TLC scanner(CS-910)
Wave length	350nm
Slit	height: 1.25 mm width: 1.25 mm
Scan speed	20 mm/min
Sensitivity	1×
Scanning method	Reflection zig-zag by single wave-length

(6) 構成脂肪酸의 分析

遊離 및 結合脂質에서 分割한 極性 및 非極性 脂質과 總脂質을 Metcalf 등³⁴⁾의 方法에 따라 BF₃-methanol을 사용하여 메틸에스테르화시킨 다음,

carbon disulfide에 녹여 gas liquid chromatography (GLC)로 다음 分析條件에 따라 各 脂質의 構成脂肪酸를 分析하였다.

構成脂肪酸의 含量은 GLC에 의해 分離된 각 peak面積의 總 peak面積에 대한 面積比(%)로서 표시하였다.

Instrument	Shimadzu GC-4BPTF
Column	3.0 m×3.0 mm i.d., glass column
Packing	15% DEGS on 60~80 mesh Chromosorb W
Carrier gas	16 ml/min, nitrogen
Column temp.	195°C
Chart speed	5mm/min
Injector temp.	250°C
Detector temp.	FID at 250°C

結果 및 考察

1. 部位別 一般成分의 比較

部位別 一般成分을 比較하여 보면 蛋白質, 灰分 등에는 큰 差異를 인정할 수 없었으나 粗脂肪은 肉質部에서 1.56%, 皮部에는 2.48%, 內臟部에는 2.07%로서 部位에 따라 상당한 差異가 있었으며 皮部가 가장 높았다. 可食部인 肉質部の 脂質 含量이 1.56%인데 반해 山田 등²⁷⁾이 보고한 붕어의 筋肉 脂質含量 1.1% 보다 약간 높은 값을 나타내고 있었다.

Table 1. Compositions of general components in various tissues of crucian carp

Components	Meat	Skin	Viscera	Total
Moisture	78.03	76.73	80.03	78.28
Crude fat	1.56	2.48	2.07	2.04
Crude potein	14.12	12.16	13.61	13.30
Crude ash	2.41	2.23	2.72	2.45
Total sugar	0.86	0.37	0.31	0.51

2. 遊離 및 結合脂質의 含量

붕어의 部位別 試料(水分含量: 7.0%)에서 抽出한 遊離 및 結合脂質의 含量은 Table 2와 같다.

遊離脂質을 部位別로 보면 皮部(9.95%)와 內臟部(9.67%)에 많은 반면 肉質部에는 6.62%로 가장 적었으며, 結合脂質은 遊離脂質과는 반대로 肉質부가

Table 2. Total contents of free and bound lipids in various tissues of crucian carp

Tissues ³⁾	Free lipid ¹⁾				Bound lipid ²⁾				Total lipid			
	Crude		Purified		Crude		Purified		Crude		Purified	
	mg/g	%	mg/g	%	mg/g	%	mg/g	%	mg/g	%	mg/g	%
Meat	68.0	6.80	66.2	6.62	235.4	23.54	100.1	10.01	303.5	30.35	166.3	16.63
Skin	110.9	11.09	99.5	9.95	270.9	27.09	35.6	3.56	381.8	38.18	135.1	13.51
Viscera	111.6	11.16	96.7	9.67	203.4	20.34	73.6	7.36	315.0	31.50	170.3	17.03
Total(mean)	96.8	9.68	87.5	8.75	236.6	23.66	69.8	6.98	333.5	33.35	157.2	15.72

1) extracted with ethyl ether by Soxhlet method 2) extracted with methanol-chloroform-water (10:9:1, v/v) 3) moisture content of samples lyophilized was 7.0%

10.01%로 가장 높은 함량을 나타내고 있었다. 전체적으로 보면 遊離脂質이 結合脂質보다 1.25배 높은 함량을 나타내고 있었다. 즉 各部位別 遊離脂質과 結合脂質의 比는 肉質部가 1:1.52, 皮部가 1:0.35, 內臟部가 1:0.76이었으며, 全體의으로는 1:0.80이 됨을 알 수 있었다. 魚類에서는 遊離脂質과 結合脂質로 區分, 調査한 報告가 없어 比較할 수는 없지만 감자³¹⁾는 結合脂質이 遊離脂質보다 1.5배 높은 반면 고구마³⁵⁾와 밀가루³⁶⁾는 오히려 遊離脂質이 結合脂質보다 각각 1.2배, 1.3배 더 높다고 報告하고 있다.

이러한 사실은 品種보다는 抽出方法에서 오는 影響이 더 클 것으로 생각된다. 本實驗의 溶媒條件에서 抽出한 粗結合脂質에서 정제한 精製結合脂質의 收率이 47.2% 밖에 되지 않는다는 사실은 이를 뒷받침한다고 생각된다.

3. 脂質形態別 構成脂質組成

붕어의 部位別로 抽出한 遊離 및 結合脂質을 silicic acid column chromatography로 分割한 中性脂質, 糖脂質 및 磷脂質測定을 定量한 結果는 Table 3과 Table 4와 같다.

Table 3에서 遊離脂質의 組成을 比較하여 보면 中性脂質이 71.7~89.4%로 가장 많고 糖脂質(1.0~10.7%)과 磷脂質(4.0~12.7%)은 아주 적었으며, 部位別 遊離脂質의 組成에도 差異가 있음을 알 수 있었다.

한편 結合脂質의 組成을 比較하여 보면(Table 4) 遊離脂質의 組成과는 반대로 中性脂質(7.4~27.9%)이 적은 반면 磷脂質 含量이 42.3~63.2%로 가장 높았다. 部位別 結合脂質의 組成에도 상당한 差異가 인정되었다. 部位別 含量의 差異가 가장 심한 內臟

Table 3. Compositions of neutral lipid, glycolipid and phospholipid in free lipid separated from various tissues of crucian carp

Tissues	Neutral lipid		Glycolipid		Phospholipid	
	mg/g	%	mg/g	%	mg/g	%
Meat	784.2	78.4	12.0	1.2	64.5	6.5
Skin	717.3	71.7	107.4	10.7	127.3	12.7
Viscera	894.1	89.4	10.2	1.0	40.2	4.0
Total(mean)	798.5	79.9	43.2	4.3	77.3	7.7

Table 4. Compositions of neutral lipid, glycolipid and phospholipid in bound lipid separated from various tissues of crucian carp

Tissue	Neutral lipid		Glycolipid		Phospholipid	
	mg/g	%	mg/g	%	mg/g	%
Meat	279.4	27.9	147.2	14.7	423.4	42.3
Skin	187.8	18.8	55.0	5.5	502.3	50.2
Viscera	74.2	7.4	51.4	5.1	632.1	63.2
Total(mean)	180.5	18.1	84.5	8.5	519.3	51.9

部를 比較하여 보면 遊離脂質에서는 中性脂質이 89.4%로 대부분을 차지하는 반면 結合脂質에서는 中性脂質이 7.4%로 가장 적고 磷脂質이 63.2%로 가장 많았다. 이러한 事實은 Hayashi 등³⁷⁾ 및 田代 등¹²⁾의 報告와 一致하였다.

따라서 遊離脂質은 주로 中性脂質로 되어 있는 반면, 結合脂質은 주로 磷脂質로 되어 있음을 알 수 있었는데 이러한 사실은 Schoch²⁹⁾ 및 李 등³¹⁾의 報告와 一致하고 있다.

4. 脂質劃分別 構成脂質組成

(1) 中性脂質劃分

部位別로 抽出한 遊離 및 結合脂質을 silicic acid column chromatography로 分劃한 中性脂質을 TLC 및 TLC scanner에 의하여 分離, 同定 및 定量한 結果는 Table 5와 같다.

Table 5는 部位別 遊離 및 結合脂質에서 分離한 中性脂質의 構成脂質 含量을 나타낸 것이다. 遊離脂質의 경우, TG가 81.91~88.34%로 대부분을 차지하고 그 다음이 FS (5.00~13.30%) 및 ES & HC (5.52~12.65%)였다. 結合脂質의 경우는 ES & HC가 41.00~59.43%로 가장 많고 TG(9.03~25.55%), FS(10.50~20.09%), FFA (6.78~11.02%), MG

(5.52~9.05%)의 順으로 감소되고 있었으며 遊離 및 結合脂質의 含量은 部位別로 상당한 차이가 인정되었다.

한편 魚類의 中性脂質의 TG에 대해서는 Takada 등⁶⁾, Wada 등¹⁷⁾, Ikekawa 등³⁸⁾ 및 Matsui 등⁴²⁾의 報告가 있지만 遊離 및 結合脂質로 區分된 것이 아니기 때문에 직접 比較할 수가 없다. 그러나 上田⁹⁾는 반지락의 中性脂質은 ES 및 FS 등 sterol類가 78.7%였다고 報告하였는데 이는 結合脂質의 中性脂質에는 ES & HC가 49.26%, FS가 14.19%라는 結果와 거의 같은 경향이며, 이러한 사실은 結合脂質의 中性脂質은 주로 ES 및 FS로 되어 있어 대부분 wax 및 squalene 등의 高級脂肪酸으로 구성되어 있다고 추측된다.^{39~40)}

(2) 磷脂質劃分

中性脂質의 分離와 같은 方法으로 分劃한 磷脂質을 TLC 및 TLC scanner에 의하여 分離, 同定 및 定量한 結果는 Table 6과 같다.

內臟部의 磷脂質을 比較하여 보면 遊離脂質에서는 PE가 PC보다 많은 반면 結合脂質에서는 PC가 PE보다 많았다. 같은 部位라 하더라도 脂質의 存在形態에 따라 상당한 차이가 있음을 알 수 있었다. 部位別 遊離 및 結合脂質에서 分劃한 磷脂質의 含

Table 5. Compositions of neutral lipid in free and bound lipids separated from various tissues of crucian carp

Tissues	MG ¹⁾		FS ²⁾		DG ³⁾		FFA ⁴⁾		TG ⁵⁾		ES & HC ⁶⁾	
	FL	BL	FL	BL	FL	BL	FL	BL	FL	BL	FL	BL
Meat	2.25	9.05	13.30	11.98	1.05	2.94	—	7.56	81.91	9.03	1.49	59.43
Skin	0.20	7.83	—	10.50	—	3.45	0.38	11.02	86.77	18.80	12.65	47.36
Viscera	0.13	5.52	5.00	20.09	0.74	1.06	0.27	6.78	88.34	25.55	5.52	41.00
Total(mean)	0.86	7.47	6.10	14.19	0.90	2.48	0.22	8.45	85.67	17.79	6.55	49.26

1), monoglyceride; 2), free sterol; 3), diglyceride; 4), free fatty acid; 5), triglyceride; 6), esterified sterol & hydrocarbon; FL, free lipid; BL, bound lipid

Table 6. Compositions of phospholipid in free and bound lipids separated from various tissues of crucian carp

Tissues	PS ¹⁾		PC ²⁾		PE ³⁾		FA ⁴⁾	
	FL	BL	FL	BL	FL	BL	FL	BL
Meat	4.90	5.03	34.28	70.57	54.56	23.09	6.26	1.31
Skin	14.40	22.03	21.88	50.49	57.48	24.92	6.24	2.36
Viscera	5.60	14.21	23.43	69.16	66.79	15.74	4.20	0.89
Total(mean)	8.30	13.82	26.53	63.40	59.61	21.25	5.57	1.52

1), phosphatidyl serine; 2), phosphatidyl choline; 3), phosphatidyl ethanolamine; 4), fatty acid
* FL: free lipid, BL: bound lipid.

량을 Table 6에 나타냈는데, 中性脂質과 마찬가지로 部位別 및 脂質形態別로 상당한 含量의 差異가 있음을 알 수 있었다. 遊離脂質의 磷脂質 含量을 比較하여 보면 PE가 54.56~66.79%로 가장 많고 그 다음이 PC(21.88~34.28%)였는데 PS와 FA는 소량이였다. 한편 結合脂質의 磷脂質 含量은 PC가 50.49~70.57%로 가장 많고 그 다음이 PE로 15.74~24.92%를 나타내고 있었는데 이러한 實驗結果는 遊離脂質 中の 磷脂質 含量과는 반대의 傾向을 보였다. Ohshima 등²⁵⁾이 報告한 대구 脂質 中の 磷脂質 含量(PC; 44.2%, PE; 23.5%) 및 田代 등¹²⁾이 報告한 전갱이 脂質 中の 磷脂質 含量(PC; 33.6~58.3%, PE; 16.7~28.1%, PS; 5.4~11.4%)의 實驗 結果와 거의 같은 傾向을 나타내고 있었다. 또 部位別 磷脂質 含量도 田代 등¹²⁾의 실험결과와 거의 일치하는 傾向을 나타내고 있었다.

5. 脂質劃分別 脂肪酸組成

(1) 極性 및 非極性脂質의 脂肪酸組成

可食部로서 가장 많이 利用하는 肉質部의 遊離 및 結合脂質을 silicic acid column chromatography에 의하여 分劃한 極性 및 非極性 脂質劃分の 構成脂肪酸를 分析하여, 主要 脂肪酸의 含量을 比較하여 보면 Fig. 1 및 Fig. 2과 같다.

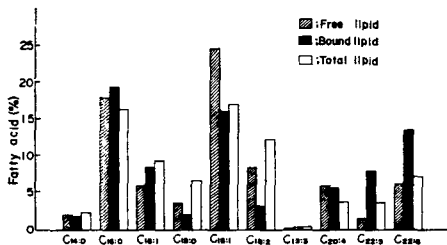


Fig. 1. Comparison of main fatty acid composition of polar lipid in meat of crucian carp

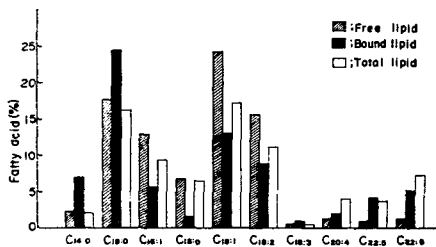


Fig. 2. Comparison of main fatty acid composition of nonpolar lipid in meat of crucian carp

Fig. 1는 極性脂質의 脂肪酸 含量을 圖示한 것으로 遊離脂質은 C_{16:0}, C_{18:1}, C_{18:2} 酸의 含量이 높았으며 結合脂質에서는 C_{16:0}, C_{16:1}, C_{18:1}, C_{22:5}, C_{22:6} 酸의 含量이 높았다. 極性脂質의 主要 構成脂肪酸를 遊離 및 結合脂質로 比較해 보면 C_{16:0} 酸이 17.53% 및 19.29%, C_{18:1} 酸이 24.57% 및 16.08%, C_{18:2} 酸이 8.39% 및 4.03%, C_{22:5} 酸은 1.68% 및 8.08%, C_{22:6} 酸은 6.22% 및 13.60%로서, 五十嵐 등⁴²⁾이 報告한 잉어와 연어의 極性脂質의 脂肪酸 含量의 結果와 거의 같은 傾向을 나타내고 있었다. 특히 C_{22:5}, C_{22:6} 酸 등의 高度不飽和脂肪酸의 含量은 結合脂質이 遊離脂質보다 2~5倍 정도 더 높았다.

非極性脂質, 즉 中性脂質의 主要 構成脂肪酸 含量을 Fig. 2에 나타냈는데, 遊離脂質은 C_{16:0}, C_{18:1}, C_{18:2} 酸의 含量이 높은 반면 結合脂質은 C_{16:0}, C_{16:1}, C_{18:1}, C_{22:5}, C_{22:6} 酸의 含量이 비교적 높았으며, 構成脂肪酸 含量을 遊離 및 結合脂質로 比較하여 보면 C_{16:0} 酸은 17.67% 및 24.15%, C_{16:1} 酸은 12.81% 및 5.52%, C_{18:1} 酸은 24.13% 및 13.02%, C_{18:2} 酸은 15.47% 및 8.68%, C_{22:5} 酸은 0.88% 및 4.14%, C_{22:6} 酸은 1.17% 및 5.04%였으며 특히 C_{22:5}, C_{22:6} 酸 등 高度不飽和脂肪酸의 含量은 極性脂質과 마찬가지로 中性脂質도 遊離脂質보다는 結合脂質에서 높다는 사실은 흥미있는 일이다. 또 極性脂質과 非極性脂質을 比較하여 보면 C_{20:5}, C_{22:5}, C_{22:6} 酸 등의 高度不飽和脂肪酸의 含量이 極性脂質이 非極性脂質보다 높았는데 이는 村田 등¹⁸⁾의 보고와 잘 일치하였다.

總脂質로서 比較하여 보더라도 이들 脂質의 主要 構成脂肪酸의 組成과 含量이 山田 등²⁷⁾이 보고한 淡水魚의 主要 構成脂肪酸 組成의 結果와 거의 一致하였으며, 특히 筋肉 中에 C_{20:4}, C_{20:5}, C_{22:5}, C_{22:6} 酸 등의 polyenoic acid의 含量이 높다는 Hayashi 등¹⁴⁾의 報告와 이러한 高度不飽和脂肪酸는 表層性 魚類에 많다는 Yamada 등¹³⁾의 報告와 일치하였으며, 또 Mori 등⁵⁾은 深海性 魚類의 脂肪酸 研究에서 生息 深度가 증가하면 C₂₀₋₂₂ 酸 등의 高度不飽和脂肪酸 含量이 감소한다고 報告한 바 있다.

Table 7은 붕어의 肉質部에서 分劃한 極性 및 非極性脂質의 脂肪酸 含量으로서 不飽和度 (TUFA/TSFA), monoenoic acid에 대한 polyenoic acid의 比(TPEA/TMEA), 必須脂肪酸 含量 (TEFA) 및 ω3 高度不飽和脂肪酸 含量 등을 比較한 것이다. Table 7에서 보는 바와 같이 飽和脂肪酸 및 不飽和

脂肪酸의 含量이 Yamada 등²⁷⁾의 報告와 거의 一致하였으며 不飽和度는 非極性脂質에서는 遊離脂質과 結合脂質 사이에 큰 차이가 없었으나 極性脂質에서는 結合脂質이 2.74로서 遊離脂質(2.02)보다 훨씬 높았다. 또 總脂質에서 比較해 보면 역시 結合脂質의 不飽和度가 2.22로서 遊離脂質의 1.84 보다 높았는데, 이러한 結果는 Yamada 등²⁷⁾이 보고한 붕어의 不飽和度 2.15와 거의 一致하였다.

한편 monoenoic acid에 대한 polyenoic acid의 比(TPEA/TMEA)를 比較해 보면 역시 結合脂質이 遊離脂質보다 약 2~3배 정도 높음을 알 수 있었고, 村田 등의 研究 結果에 의하면 polyenoic acid가 monoenoic acid 보다 β酸化가 더 잘 일어나지 않는다는 사실은 生化學的 및 營養學的으로 중요한 意味를 갖고 있으며, 抗酸化作用과도 깊은 關係가 있을 것으로 추측되며, Yamada 등²⁷⁾이 보고한 0.70의 값은 遊離脂質(0.60)과는 거의 같지만 結合脂質(2.10) 보다는 훨씬 낮은 값을 나타내고 있었다. 必須脂肪酸(TEFA)을 보면 遊離脂質(14.14~16.71%)이 結合脂質(10.07~11.31%) 보다 약간 높았으며 이러한 結果는 역시 Yamada 등²⁷⁾이 報告한 10.20%와 잘 일치하고 있었다.

또 ω3 高度不飽和脂肪酸 含量(ω3HUFA)을 比較하여 보면 極性脂質(10.62~28.18%)이 非極性脂質(2.92~14.71) 보다 2배 이상의 높은 含量을 나타내고 있었으며, 總脂質에서 보면 6.21%(遊離) 및 28.51%(結合)으로서 Yamada 등²⁷⁾이 報告한 14.60%가 本 實驗結果의 범위내에 있음을 알 수 있었다.

(2) 部位別 中性脂質의 脂肪酸組成

部位別 試料에서 遊離 및 結合脂質을 抽出한 다음

silicic acid column chromatography에 의하여 分割한 中性脂質의 脂肪酸組成을 Table 8에 나타냈다.

중요 構成脂肪酸는 C_{16:0}, C_{16:1}, C_{18:0}, C_{18:2} 및 C_{20:6} 酸이었으며, 이러한 結果는 Hayashi 등¹³⁾의 대구 Tashiro 등¹¹⁾의 방어, 新聞 등²⁶⁾의 은어, 河 등²⁹⁾의 뱀장어, 上田²⁾의 33種 魚類 및 山田 등²⁷⁾의 22種 魚類에서 抽出한 中性脂質의 주요 構成脂肪酸과 거의 一致하는 경향을 나타내고 있었다. C_{16:0} 酸은 皮部의 結合脂質에서 27.10%로 가장 높은 含量을 나타내고 있었으며 그 다음이 內臟의 遊離脂質에서 24.31%였는데 部位別로는 有意性있는 차이를 발견할 수 없었다. C_{16:1} 酸은 內臟部에 그 含量이 높았으며 C_{18:0} 酸도 部位別로 有意性있는 差異를 인정할 수 없었으나 7.21~13.72% 범위내에 있었다. C_{18:1} 酸은 肉質部에서 27.45%(遊離) 및 26.26%(結合)로 가장 높은 含量을 나타내고 있었다. Hayashi 등¹⁴⁾은 深海 상어의 C_{18:1} 酸의 含量이 50.8~52.7%였다고 報告하였는데 이 보다는 훨씬 낮은 값을 나타내고 있었다.

C_{18:2} 酸도 거의 같은 경향으로 肉質部에서 17.60%(遊離) 및 16.83%(結合)로 가장 높은 含量을 나타내고 있었고, 皮部와 內臟部에서는 結合脂質보다 遊離脂質에 그 含量이 1.5~2.0배 정도 높았다. C_{18:3} 酸은 部位別로는 肉質部가 약간 높은 傾向이었으나 가장 含量이 높은 곳은 皮部の 遊離脂質로 3.59%였다. Shima 등^{1,26)}은 淡水魚 및 瀛水産魚의 脂肪酸組成 研究에서 C_{18:2} 및 C_{18:3} 酸의 含量이 海産魚 보다 높다고 하였는데 그 結果와 거의 一致하고 있었다.

C_{20:4} 酸은 肉質部에서 1.41%(遊離) 및 1.35%(結合)로 가장 높았고 그 다음이 內臟部에서 1.34%(遊

Table 7. Comparison of fatty acid compositions of polar and nonpolar lipids in meat of crucian carp

Fatty acid compositions	Nonpolar lipid		Polar lipid		Total lipid		Reference*
	Free	Bound	Free	Bound	Free	Bound	
Saturated acid	39.95	40.85	32.56	26.53	34.83	30.79	31.70
Monoenoic acid	40.23	24.04	39.17	29.94	39.96	22.34	40.20
Polyenoic acid	19.86	26.23	26.52	42.72	24.12	46.15	28.20
TUFA/TSFA ¹⁾	1.51	1.23	2.02	2.74	1.84	2.22	2.15
TPEA/TMEA ²⁾	0.49	1.09	0.68	1.43	0.60	2.10	0.70
TEFA(% ³⁾)	16.71	11.31	14.14	10.07	16.73	13.37	10.20
ω3HUFA(% ⁴⁾)	2.92	14.71	10.62	28.18	6.21	28.51	14.60

1) TUFA/TSFA, total unsaturated fatty acid/total saturated fatty acid; 2) TPEA/TMEA, total polyenoic acid/total monoenoic acid; 3) TEFA(%), total essential fatty acid; 4) ω3HUFA(%), ω3highly unsaturated fatty acid

*Yamada's report(1975)²⁷⁾

Table 8. Fatty acid compositions of neutral lipid in various tissues of crucian carp (%)

Fatty acids	Meat		Skin		Viscera	
	Free	Bound	Free	Bound	Free	Bound
Saturated						
C _{12:0}	—	—	—	—	—	—
C _{13:0}	—	—	—	—	—	—
C _{14:0}	2.41	2.31	2.88	9.73	3.78	2.50
C _{15:0}	—	—	0.79	2.80	0.61	5.64
C _{16:0}	20.11	19.44	18.53	27.10	24.31	16.16
C _{17:0}	0.53	0.51	0.45	0.61	0.59	1.15
C _{18:0}	7.54	7.21	9.31	13.72	9.16	9.78
C _{20:0}	2.26	2.16	1.26	—	2.43	1.46
C _{22:0}	—	—	—	—	—	—
Total	32.85	31.63	33.22	53.96	40.88	42.84
Monoenoic						
C _{14:1}	1.51	1.44	0.29	—	1.79	3.21
C _{16:1}	1.46	13.95	12.09	3.46	13.33	11.22
C _{18:1}	27.45	26.26	26.20	11.90	20.11	19.49
C _{20:1}	2.21	0.26	0.78	2.43	0.49	—
C _{22:1}	0.42	0.37	0.57	0.22	0.47	—
Total	33.05	42.28	39.93	18.01	36.19	33.92
Polyenoic						
C _{18:2}	17.60	16.83	14.39	9.00	12.74	5.39
C _{18:3}	2.49	2.19	3.59	—	2.18	1.09
C _{20:2}	0.23	—	0.63	—	0.41	—
C _{20:3}	—	—	—	—	—	—
C _{20:4}	1.41	1.35	—	—	1.34	0.77
C _{20:5}	0.87	0.95	0.68	3.98	0.56	1.70
C _{22:4}	1.01	4.14	0.84	—	—	—
C _{22:5}	0.88	—	0.80	6.08	—	—
C _{22:6}	1.11	5.04	—	13.38	1.14	5.81
Total	23.62	30.50	20.90	32.44	18.37	14.76
TUFA/TSFA ¹⁾	1.73	2.30	1.83	0.93	1.33	1.33
TPEA/TMEA ²⁾	0.77	0.72	0.52	1.80	0.51	0.44
TEFA ³⁾	21.50	20.37	17.98	9.00	16.26	7.25
ω3HUFA ⁴⁾	5.35	8.18	5.07	23.44	3.88	8.60

1) TUFA/TSFA, total unsaturated fatty acid/total saturated fatty acid; 2) TPEA/TMEA, total polyenoic acid/total monoenoic acid; 3) TEFA, total essential fatty acid; 4) ω3HUFA, ω3 highly unsaturated fatty acid

離) 및 0.77%(結合)였으나 皮部에서는 거의 없었다. C_{20:5}, C_{22:5}, C_{22:6} 酸 등의 高度不飽和脂肪酸의 含量은 皮部の 結合脂質에서 각각 3.98%, 6.08% 및 13.38%로 가장 높았으며 그 다음이 脂質部였다. 이들 高度不飽和脂肪酸은 生化學的 및 營養學的으로 중요한 意味를 갖고 있다.

Hayashi 등¹³⁾은 대구의 脂肪酸 組成 研究에서 C_{20:5} 및 C_{22:6} 酸은 肝臟 및 內臟보다 筋肉 중에 많았다고 報告하였는데 皮部를 比較하지 않았기 때문

에 그 結果는 거의 類似하였으며, 本實驗의 部位別 試料에서 皮部는 皮下脂肪層을 포함시켰기 때문에 皮部の 高度不飽和脂肪酸 含量이 높았는 것으로 사료 된다. 新聞 등¹⁴⁾은 魚類背肉中の 脂肪酸組成 研究에서 C_{22:6} 酸의 含量은 海產魚가 15~30%로서 淡水魚보다 훨씬 높지만, 淡水魚 中 은어와 미꾸라지는 1.3~2.5%로 아주 낮지만 송어, 방어 등 일부 淡水魚의 C_{22:6} 酸의 含量은 14.9~28.9%로 海產魚와 거의 같다고 報告하였으며 Tashiro 등¹⁵⁾은 방어의 部

部位別 脂肪酸 組成 研究에서 C_{22:6} 酸의 含量은 血合肉이 22.6%, 普通肉이 9.1%, 肝臟이 11.6% 라고 하였는데 本 實驗에서는 部位別, 脂質形態別 差異는 있지만 붕어의 C_{22:6} 酸의 含量은 1.11~13.38%의 범위내에 있었다.

또 不飽和度(TUFA/TSFA)를 보면 肉質部가 1.79(遊離) 및 2.30(結合)로서 Yamada 등²⁷⁾의 報告와 거의 一致하였으며, monoenoic acid에 대한 polyenoic acid의 比(TPEA/TMEA)도 皮部의 結合脂質을 제외하고는 Yamada 등²⁷⁾의 報告와 一致하였다. 必須脂肪酸의 含量도 肉質部가 21.50%(遊離) 및 20.37%(結合)로서 가장 높았으며 皮부와 內臟部에서는 遊離脂質에서 그 含量이 結合脂質보다 약 2배 정도 높았다. ω₃ 高度不飽和脂肪酸의 含量은 3.88~23.44%의 범위내에 있었으며 部位別, 脂質形態別로 상당한 差異가 인정되었으나 그 含量이 가장 높은 部位는 皮部의 結合脂質로 23.44%를 나타내고 있었는데 이는 C_{22:6} 酸의 含量이 13.38%로 가장 높았는데 그 原因이 있다고 생각된다.

要 約

淡水魚 중 그 分布가 광범위한 붕어를 試料로 하여 肉質部, 皮部, 內臟 등 部位別로 遊離 및 結合脂質을 抽出, silicic acid column chromatography로 中性脂質, 糖脂質 및 磷脂質로 分割하고 thin layer chromatography(TLC) 및 TLC scanner로 이들 脂質劃分의 脂質 組成을 同定 및 定量하여 部位에 따른 脂質 含量을 比較하였다. 또 gas liquid chromatography(GLC)에 의하여 이들 脂質의 構成脂肪酸 組成을 分析, 比較하여 몇가지 結果를 얻었기에 報告한다.

1. 部位別 遊離 및 結合脂質의 含量(7% 水分含量)은 肉質部가 6.22% 및 10.01%, 皮部가 9.95% 및 3.56%, 內臟部가 9.67% 및 7.36%였으며, 各部位別로 遊離脂質과 結合脂質의 比는 肉質部가 1:1.52, 皮部가 1:0.35, 內臟部가 1:0.76으로 部位別로 상당한 差異가 인정되었다.

2. 脂質形態別 構成脂質 含量을 比較하여 보면 遊離脂質은 中性脂質이 71.7~89.4%, 糖脂質이 1.0~10.7%, 磷脂質이 4.0~12.7%로 되어 있고, 結合脂質은 中性脂質이 7.4~27.9%, 糖脂質이 5.1~14.7%, 磷脂質이 42.3~63.2%로 되어 있어, 遊離脂質은 主로 中性脂質로 되어 있는 반면 結合脂質은 磷

脂質로 되어 있었으며, 部位別 상당한 差異가 인정되었다.

3. 脂質劃分別 構成脂質 組成을 比較하여 보면 遊離脂質 中の 中性脂質은 triglyceride(TG)가 81.91~88.34%로 대부분을 차지하는 반면, 結合脂質 中の 中性脂質은 esterified sterol(ES) & hydrocarbon(HC)가 41.00~59.43%으로 가장 높은 含量을 나타내고 있었다. 또 遊離脂質 中の 磷脂質은 phosphatidyl ethanolamine(PE)가 54.56~66.79%로 가장 많고 그 다음이 phosphatidyl choline(PC)가 21.88~34.28%로 되어 있는 반면 結合脂質 中の 磷脂質은 PC가 50.49~70.57%로 가장 많고 그 다음이 PE로 15.74~24.92%를 차지하고 있었다.

4. 遊離 및 結合脂質 中の 極性脂質의 重要 構成脂肪酸은 C_{16:0}(17.53%, 19.29%), C_{18:1}(24.57%, 16.08%), C_{18:2}(8.39%, 4.03%), C_{22:5}(1.68%, 8.08%) 및 C_{22:6} 酸(6.22%, 13.60%)으로 되어 있으며, 非極性 脂質의 경우 重要 構成脂肪酸은 C_{16:0}(17.67%, 24.15%), C_{16:1}(12.81%, 5.52%), C_{18:1}(24.13%, 13.02%), C_{18:2}(15.47%, 8.68%), C_{22:5}(0.88%, 4.14%) 및 C_{22:6} 酸(1.17%, 5.04%)으로 되어 있었다. C_{22:5} 및 C_{22:6} 酸 등 高度不飽和脂肪酸의 含量은 極性 및 非極性脂質에 관계없이 遊離脂質에 比較하여 結合脂質쪽에 2~5배 정도 높았다.

5. 不飽和度(TUFA/TSFA)는 極性脂質에서는 結合脂質(2.74)이 遊離脂質(2.02)보다 높았으나 非極性脂質에서는 有意性있는 差異를 인정할 수 없었다. monoenoic acid에 대한 polyenoic acid의 比(TPEA/TMEA)는 結合脂質(1.09~1.43)이 遊離脂質(0.49~0.68%)보다 2~3배 높았고, 必須脂肪酸 含量은 遊離脂質(14.14~16.71%)이 結合脂質(10.07~11.31%)보다 약간 높았으며, ω₃ 高度不飽和脂肪酸 含量은 極性脂質(10.15~27.66%)이 非極性脂質(4.16~16.55%)보다 2倍以上의 높은 含量을 나타내고 있었다.

6. 部位別 中性脂質의 脂肪酸 組成을 比較하여 보면, 重要 構成脂肪酸은 C_{16:0}, C_{16:1}, C_{18:0}, C_{18:2} 및 C_{20:6} 酸으로 C_{16:0} 酸은 皮部의 結合脂質(27.10%) 및 內臟의 遊離脂質(24.31%)에서 가장 높은 含量을 나타내고 있었고, C_{16:1} 酸은 內臟部(13.33% 및 11.22%)에 높았으며, C_{18:0} 酸은 有意性있는 差異를 인정할 수 없었다. C_{18:1} 酸은 肉質部에서 27.45%(遊離) 및 26.26%(結合)로 가장 높았고, C_{18:2} 酸도 肉質部에서 17.60%(遊離) 및 16.83%(結合)로 높은 含量

을 나타내고 있었으며, C_{22:6} 酸은 部位에 관계없이 結合脂質(5.04~13.38%)이 遊離脂質(1.11~1.14%) 보다 월등히 높았다.

文 獻

1. 新聞彌一郎・田口脩子. 1964a. 魚類背肉中のコレステロール量と脂肪酸組成について. 日本誌 30(2), 179-188.
2. 上田正. 1967. 魚油の構成脂肪酸-I, 33種の構成脂肪酸について. 水大研報(Shimonoseki) 16(1), 1-10.
3. 露木英男・伊藤眞吾. 1967. ジュゴン油の脂肪酸組成. 日本誌 33(11), 1035-1039.
4. 羽田野六男. 1958. ミスタコ肝臓の脂質(第1報)アセトン可溶性脂質の脂肪酸組成. 北大水産彙報 9(3), 207-214.
5. Mori, M., S. Hikichi, H. Kamiya and Y. Hashimoto. 1972. Three species of teleost fish having diacyl glyceryl ethers in the muscle as a major lipid. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 38(1), 56-63.
6. Takada, K., H. Kamiya and Y. Hashimoto. 1979. Studies on lipids of some stromateidei fishes. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 45(5), 605-610.
7. 豊水正道・川崎賢治・富安行雄. 1963. ニジマス油の脂肪酸組成におよぼす飼料油の影響. 日本誌 29(10), 957-961.
8. 竹内俊郎・新井茂・渡邊武・新聞彌一郎. 1980. ウナギの必須脂肪酸要求量. 日本誌 46(3), 345-353.
9. 上田正. 1974. アサリ脂質脂肪酸組成と環境温度との関係. 日本誌 40(9), 949-957.
10. 落合明・鍋島浩・榎田晋・長谷川泉. 1980. 産卵期中のブリ生殖腺の成熟と體部粗脂肪の量的變化について. 日本誌 46(4), 407-412.
11. 田代勇生・露木英男. 1982. 寒ブリの總脂質に関する研究. 日食工誌 29(3), 160-167.
12. 田代勇生・伊藤眞吾・露木英男. 1983. マアジの複合脂質の部位別相違. 日食工誌 30(4), 235-244.
13. 林賢治・山田實. 1975. 生息深度を異にする海産動物の脂質. II. タラ類6種の中性脂質の脂肪酸組成. 日本誌 41(11), 1153-1160.
14. Hayashi, K. and T. Takagi. 1981. Distribution of squalene and diacyl glyceryl ethers in the different tissues of deep-sea shark, *Dalatias licha*. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 47(2), 281-288.
15. 上田正. 1972. 魚油の構成脂肪酸-II. マアジ體油における非極性および極性脂質の脂肪酸組成と全脂質脂肪酸組成との関係. 水大研報(Shimonoseki) 20(3), 279-295.
16. 太田亨・山田實. 1974. サクラマスの脂質-II, 降海時期における河川残留型および降海型サクラマス幼魚の脂質組成の相異. 日本誌 40(7), 707-713.
17. Wada, S., C. Koizumi, A. Takiguchi and J. Nonaka. 1979. Triglyceride composition of black cod lipid-II. Possible fatty acid combinations in triglycerides and their contents. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 45(5), 615-622.
18. 村田壽・東敏春. 1979. 魚類の脂肪酸代謝に関する研究-IV. コイ血骨肉ミトコンドリアにおけるβ-酸化に基づく脂肪酸の減少率. 日本誌 45(2), 211-217.
19. 座間宏一・羽田野六男・五十嵐久尚. 1960. 軟體動物の磷脂質. 日本誌 26(9), 917-920.
20. Rouser, G., J. O'Brien and D. Heller. 1961. The separation of phosphatidyl ethanolamine and phosphatidyl serine by column chromatography. J. Am. Oil Chem. Soc. 38, 14.
21. Kuchmak, M. and L. R. Dugan. 1963. Phospholipids of pork muscle tissues. J. Am. Oil Chem. Soc. 40, 734-736.
22. Zama, Koichi. 1963. Studies on the phospholipids of aquatic animals. Mem. Fac. Fisheries, Hokkaido Univ. 2(1), 1-73.
23. 五十嵐久尚・座間宏一・高間浩藏・羽田野六男. 1963. アカガレイ脂質-II. アカガレイ筋肉複合脂質. 日本誌 29(9), 865-869.
24. Jangaard, P.M. and R.G. Ackman. 1965. Lipids and component fatty acids of the Newfoundland squid, *Illex illecebrosus*(Lesuer). J. Fish. Res. Bd. Canada 22(1), 131-137.
25. Ohshima, T., S. Wada and C. Koizumi. 1983. Estimation of possible fatty acid combinations in phosphatidyl choline and phospho-

- tidyl ethanolamine of cod. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 49(1), 123-130.
26. 新聞彌一郎・田口脩子. 1964c. 天然および養殖アユの脂肪酸組成について, 日本誌 30(11), 918-925.
27. 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. 日本誌 41(11), 1143-1152.
28. 河奉錫・鄭泰明・梁敏錫. 1976. 水産物の 脂質에 관한 研究(第1報) 淡水産鰻장어 筋肉油의 脂肪酸 및 sterol 組成. 韓水誌 9(3), 203-208.
29. Schoch, T. J. 1942. Non-carbohydrate substances in the cereal starches. J. Am. Chem. Soc. 64, 2954.
30. Folch, J., M. Lee and G. H. Sloane Stanly. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. J. Biol. Chem. 226, 497.
31. 李相榮・辛孝善. 1979. 감자의 脂質成分에 관한 研究. 韓國食品科學會誌 11(4), 291-297.
32. Mangold, Helmut K. 1969. Thin-layer chromatography, Aliphatic lipids. Springer International Student Edition pp.374-379.
33. Mangold, Helmut K. 1969. Thin-layer chromatography, Aliphatic lipids. Springer International Student Edition pp.414-415.
34. Metcalf, L. D., A. A. Schmitz and J. R. Pelka. 1966. Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. Anal. Chem. 38, 514.
35. 李寬寧・李瑞來. 1972. 꼬구마脂質의 系統分析, 韓國食品科學會誌 4(4), 309-316.
36. Boggess, Jr. T. S., J. E. Marion and A. Dempsey. 1970. Lipid and other compositional changes in 9 varieties of sweet potatoes during storage. J. Food Science 35, 306-309.
37. Hayashi, K. and M. Yamada. 1971. Studies on the lipids of shell-fish- I. On the visceral lipid composition of abalone, *Haliotis discus hannai* (INO). Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 38(3), 255-263.
38. Ikekawa, N., M. Matsui, T. Yoshida and T. Watanabe. 1972. The composition of triglycerides and cholesteryl esters in some fish oils of salt, brackish and fresh water origins. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 38(11), 1267-1274.
39. Matsui, M., T. Watanabe and T. Kawabata. 1976. Fatty acid structures of triglycerides contained in several fresh-water fish. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 42(2), 233-237.
40. 森幹男・齊藤俊夫・渡邊良子. 1965. まつこう鯨油のワックスとグリセライドの脂肪酸組成. 日本誌 31(6), 448-451.
41. 藤野安彦. 1978. 生物化學實驗法(9). 脂質分析法入門學會出版センター(東京) pp.68-90.
42. 五十嵐久尚・座間宏一・片田宗男. 1960. コイ卵の脂質-II. レシチンについて. 日本誌 26(11), 1128-1131.