

蠶蛹의 脂質成分에 關한 研究

金正浩·朴官和·金載勳

서울대학교 農科大學 食品工學科
(1983년 2월 20일 수리)

A Study on the Lipid Components of Silkworm Pupae

Jung-Ho Kim, Kwan-Hwa Park and Ze-Uook Kim

Dept. of Food Science & Technology, College of Agriculture,
Seoul National University

Abstract

To study the composition of silkworm pupae oil, lipid of silkworm pupae was separated into two fractions, ether extractable and 85% methanol extractable, and the lipid components of each fraction were analyzed by using silicic acid column, thin layer chromatography and gas chromatography. Silkworm pupae contains 35.4% crude fat (dry-basis) of which consists 34.4% diethyl ether-extract and 0.9% of 85% methanol-extract. The diethyl ether-extract contained 96.1% of neutral lipid, 2.9% of glycolipid and 1.0% of phospholipid while methanol-extract was consisted of 47.4% of neutral lipid, 14.6% of glycolipid and 38.1% of phospholipid. The major components of phospholipid were phosphatidyl glycol(41.0%), and phosphatidyl choline(28.2%) and phosphatidyl ethanolamine(21.2%) in the diethyl ether-extract and phosphatidyl glycol (48.4%), phosphatidyl inositol(22.8%) and phosphatidyl choline(17.9%) in the methanol-extract. The major fatty acids of the total lipid were oleic acid(33.5%), linolenic acid(31.0%) and palmitic acid(23.1%).

序 論

蠶蛹은 蠶絲業의 副産物로 營養價가 높아 예로부터 食用 및 飼料用으로 이용되어 왔으나¹⁾ 最近에는 일부만이 통조림등 가공식품의 원료로 이용될 뿐이고, 대부분이 生食用, 飼料用, 혹은 肥料用으로 이용되고 있어 위생적인 면에서나 경제적인 면에서나 이의 효율적인 이용이 필요하다.

1981년에 우리나라의 누에고치 생산량은 20,035 톤으로²⁾ 고치의 75% 이상이 蠶蛹이며³⁾ 蠶蛹에는

약 30%의 油脂와 약 50%의 蛋白質이 들어있으므로 年間 약 4,500%의 油脂 및 약 7,500%의 蛋白質이 생산될 수 있다.

蠶蛹의 油脂含量은 사육시기에 따라 약간 다르나 약 30%이며, 그 油脂는 比重이 0.9210~0.9380, 屈折率이 1.4647~1.4757, 비누화값이 189.9~198.4, 요오드값이 109.0~132.63이고, 그 脂肪酸組成은 oleic acid가 약 35%, linoleic acid가 28%, palmitic acid가 20%이고 그밖에 stearic acid, myristic acid 및 arachidic acid 등도 존재하는 것으로 알려져 있다⁴⁾. 著者 등은 蠶蛹을 油脂資源

및 加工食品의 原料로 이용하기 위한 기초자료를 얻기 위하여 먼저 脂質成分을 分析하였기에 그 結果를 보고하는 바이다.

材料 및 方法

材 料

蠶蛹은 1981년 생산된 것으로 春蠶은 농촌진흥청 잠업시험장에서, 秋蠶은 충남 천원군의 天原蠶絲(株)에서 操絲 직후 구입하여 그늘에서 風乾하여 수분함량이 약 7%가 되게 한 다음 완전한 형태의 것만 골라 유발로 분쇄하여 20 mesh의 체를 통과한 것을 사용하였다.

脂質標準品은 Sigma社(St. Louis, U.S.A.)의 제품을 사용하였고 silica gel-G는 Merck社(Darmstadt, West Germany)의 것을 사용하였으며 용매 및 기타 시약은 特級試藥을 사용하였다.

方 法

가. 一般成分의 分析 : 蠶蛹의 수분, 조단백질, 조지방질, 전당 및 회분의 분석은 상법에 따라 실시하였다.

나. 脂質의 抽出 및 精製 : 시료중의 diethyl ether-extract(DE)는 soxhlet抽出器를 이용하여 diethyl ether로 24시간동안 추출하였고, 85% methanol-extract(ME)는 Schoch法⁵⁾에 따라 85% methanol로 80°C에서 3시간씩 3회 반복추출하였다. 이와 같이 추출한 脂質은 밀봉하여 냉장고에 24시간동안 방치하였다가 원심분리하여 沈澱物을 분리제거한 다음 Folch法⁶⁾에 의하여 精製하였다. 脂質의 抽出에 사용한 모든 溶媒는 질소기류하에서 회전증발농축기로 제거하였으며 각 脂質의 양은 重量으로 계산표시하였다. 精製한 脂質은 질소가스를 충전한 시험관에 넣어 냉동실에 보관하면서 분석시료로 사용하였다.

다. SCC에 의한 脂質의 分離 및 定量 : 精製한 DE 및 ME는 silicic acid column chromatography(SCC)⁷⁻⁹⁾에 의하여 中性脂質, 糖脂質 및 磷脂質로 분리하였다. 즉 silicic acid(Lipid chromatographic grade, 325 mesh) 25g을 50ml의 chloroform으로 slurry를 만든 후 column(20mmφ×30cm, glass)에 넣고 여기에 試料脂質 약 300mg을 2 ml의 chloroform에 溶解시켜 注入한 다음 chloroform, acetone 및 methanol로 溶出하여 中性脂質, 糖脂質 및 磷脂質을 分離하였다. 이때 각

溶出物중에 다른 脂質成分이 混入되었는가를 thin layer chromatography(TLC)를 이용하여 확인하였다.

라. TLC에 의한 脂質의 分離 및 定量 : SCC를 이용하여 분리한 中性脂質, 糖脂質 및 磷脂質의 構成脂質은 TLC^{10,11)}에 의하여 각각 分別 確認하였다. TLC plate는 silica gel-G로 0.3mm의 얇은 막을 입힌 다음 110°C에서 1시간 活性化시킨 것을 사용하였다.

中性脂質은 petroleum ether-diethyl ether-acetic acid(80 : 20 : 1, v/v)¹²⁾의 展開溶媒를, 糖脂質은 chloroform-methanol-water(65 : 25 : 4, v/v)^{10,13)}의 展開溶媒를, 磷脂質은 chloroform-acetone-methanol-acetic acid-water(65 : 20 : 10 : 10 : 3, v/v)¹⁴⁾의 展開溶媒를 사용하여 분리하였고 發色劑로는 40% H₂SO₄ 및 요오드증기를 사용하였다. 한편 free sterol과 sterol ester는 Liebermann-Buchard 시약¹⁵⁾을 사용하여 확인하였고, 糖脂質에서는 α-Naphtol시약¹⁶⁾을 사용하여 糖의 존재를 확인하는 동시에 Dittmer-Lester시약¹⁷⁾을 사용하여 磷脂質의 混入有無를 확인하였으며, 磷脂質에서는 磷酸基는 Zinzadze시약¹⁷⁾을, amino基는 Ninhydrin시약¹⁸⁾을, choline基는 Dragendorff시약¹⁹⁾을 써서 각각 확인하였다.

이상과 같이 TLC에 의하여 분리한 脂質成分은 Amenta법²⁰⁾에 따라 定量하였다.

다. 脂肪酸의 分析 : 蠶蛹에서 抽出精製한 脂質 각 分割의 脂肪酸組成은 gas-liquid chromatography(GLC)에 의하여 분리 정량하였다. 脂肪酸의 methyl ester는 AOCS법²¹⁾에 따라 調製하였고 이

Table 1. Instrument and operating conditions of gas chromatograph for fatty acid analysis

Instrument	Varian gas chromatograph Model 3700
Detector	FID
Column	3m×1/8" stainless steel, 10% DEGS on Chromosorb W(60~80mesh)
Carrier gas	N ₂ (30ml/min)
Column temperature	185°C isothermal
Injection temperature	240°C
Detector temperature	250°C
Chart speed	0.5cm/min

Table 2. Proximate composition of silkworm pupae

Sampling time	Moisture	Crude protein	Crude fat	Total sugar	Ash	Others
Spring	7.25%	48.83%	31.94%	4.50%	3.76%	3.72%
Fall	7.35%	48.10%	33.79%	4.20%	3.35%	3.21%

때의 分析機器 및 條件은 Table 1과 같으며 各 分割의 定性 및 定量은 機器에 연결된 integrator에 의하여 하고 相對的인 百分率로 표시하였다.

灰分이 2.19%, 其他가 3.70%였다는 尾崎氏의 報告⁴⁾와 대체로 일치하였다. 한편 蠶蛹의 蛋白質과 脂質含量 및 生産量 등을 綜合的으로 考慮하면 우수한 油脂資源 및 加工食品의 原料라 할 수 있다.

結果 및 考察

一般成分

蠶蛹試料의 일반성분을 분석한 결과는 Table 2와 같다.

즉 春蠶과 秋蠶 사이에 뚜렷한 차이는 없었으며 丸乾蛹의 水分이 7.18%, 脂肪이 29.57%, 蛋白質이 48.98%, glycogen이 4.65%, chitin이 3.73%,

diethyl ether-extract 및 85% methanol extract의 含量

蠶蛹의 DE 및 ME의 含量은 Table 3.와 같다.

즉 春蠶과 秋蠶 사이에 큰 차이는 없었으며 Folch 법에 의하여 精製한 후의 總脂質含量은 평균 35.27% (乾物比)로 精製收率 91.71%였다. 한편 DE부분이 ME부분보다 월등히 많으면 그 精製收率도 높았다.

Table 3. Content of DE and ME in silkworm pupae*

Sampling time	DE		ME		Total lipid	
	Crude	Purified	Crude	Purified	Crude	Purified
Spring	34.43%	33.29%	3.24%	0.98%	37.67%	34.27%
Fall	36.47%	35.45%	2.78%	0.81%	39.25%	36.26%

* As percentage of dry weight basis.

** DE : diethyl ether-extract

ME : 85% methanol-extract

Table 4. Content of neutral lipid, glycolipid and phospholipid in DE of silkworm pupae

Sampling time	Neutral lipid		Glycolipid		Phospholipid	
	% of TL	% of DE	% of TL	% of DE	% of TL	% of DE
Spring	92.98	95.72	3.08	3.17	1.11	1.08
Fall	94.27	96.42	2.55	2.61	0.95	0.97

*TL : total lipid DE : diethyl ether-extract

Table 5. Content of neutral lipid, glycolipid and phospholipid in ME of silkworm pupae

Sampling time	Neutral lipid		Glycolipid		Phospholipid	
	% of TL	% of ME	% of TL	% of ME	% of TL	% of ME
Spring	1.37	47.83	0.46	16.02	1.03	36.15
Fall	1.05	46.89	0.29	13.09	0.89	40.02

*TL : total lipid ME : 85% methanol-extract

中性脂質, 糖脂質 및 磷脂質의 含量

蠶蛹의 中性脂質, 糖脂質 및 磷脂質의 含量은 Table 4, 5와 같다.

總脂質중에는 中性脂質이 平均 94.84%, 糖脂質이 3.20%, 磷脂質이 1.98%로 대부분이 遊離狀態로 존재하며 극히 일부만이 極性脂質이었다.

中性脂質, 糖脂質 및 磷脂質의 構成成分

가. 中性脂質 : 蠶蛹의 中性脂質部分을 TLC에 의하여 분리한 chromatogram은 Fig. 1과 같으며 이를 定量한 結果는 Table 6와 같다.

즉 春蠶과 秋蠶의 中性脂質構成은 큰 차이가 없으나 DE부분과 ME부분의 구성에는 큰 차이가

Table 6. Composition of neutral lipid in silkworm pupae

	DE		ME	
	Spring	Fall	Spring	Fall
MG	1.78%	1.37%	7.94%	3.83%
1,2-DG	1.11%	1.47%	5.42%	3.06%
1,3-DG	1.66%	1.96%	7.24%	5.10%
FS	2.77%	2.94%	14.42%	7.65%
FFA	7.77%	12.72%	36.10%	40.82%
TG	79.91%	71.43%	23.88%	39.54%
ES	4.99%	8.12%		

Abbreviations are the same as in Fig. 1.

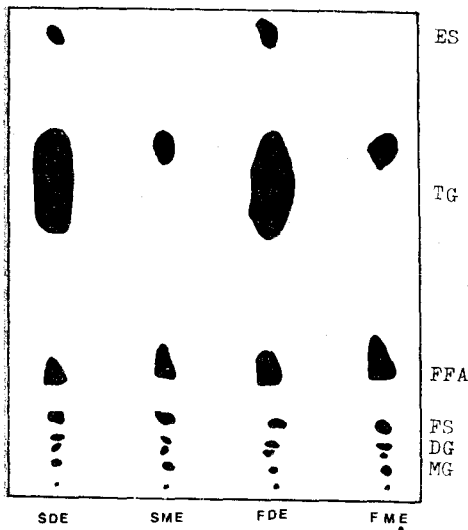


Fig. 1. Thin layer chromatogram of neutral lipid in silkworm pupae

The plate was coated with 0.3mm of silica gel G and activated for 1 hr at 110°C before use. The solvent system was petroleum ether-diethyl ether-acetic acid(80:20:1, v/v), and the compounds were detected by charring with 40% H₂SO₄.

- ES : esterified sterol TG : triglyceride
- FFA : free fatty acid FS : free sterol
- DG : diglyceride MG : monoglyceride
- SDE : diethyl ether-extract of spring silkworm pupae
- SME : 85% methanol-extract of spring silkworm pupae
- FDE : diethyl ether-extract of fall silkworm pupae
- FME : 85% methanol-extract of fall silkworm pupae

있었다. DE부분에서는 TLC에 의하여 7종류의 中性脂質이 分別되었는데 그중 TG가 平均 75.67%로 가장 많았고 FFA 및 ES가 각각 10.25% 및 6.56%였으며 다른 성분은 매우 적었다. 한편 ME부분에서는 DE부분과는 달리 ES가 없었으며 FFA가 平均 38.46%로 가장 많았으며 TG가 34.21%, FS가 11.05% 함유되어 있었다. 總脂質에 대한 構成脂質의 含量은 TG가 71.23%로 가장 많았으며

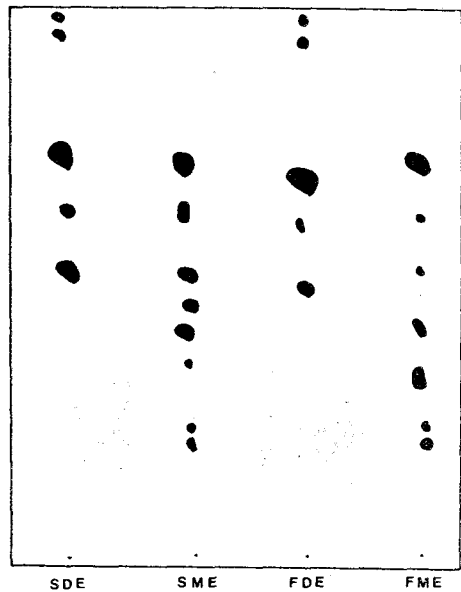


Fig. 2. Thin layer chromatogram of glycolipid in silkworm pupae

The solvent was chloroform-methanol-water (65:25:4, v/v), and other TLC conditions and abbreviations are the same as in Fig. 1.

FFA가 10.07%, ES가 6.15%, FS가 2.82%, 1.3-DG가 1.78%, MG가 1.50%, 1.2-DG가 1.26%였다.

나. 糖脂質: 糖脂質部分을 TLC에 의하여分離한 chromatogram은 Fig. 2와 같다.

Chromatogram 상에서 α -naphthol시약 및 anthrone시약으로 양성반응을 보인 것은 DE부분에서 5종류, ME부분에서 8종류로 春蠶과 秋蠶의 糖脂質構成에는 별 차이가 없었으나 DE부분과 ME부분에는 큰 차이가 있었다.

다. 燐脂質: 蠶蛹의 燐脂質部分을 TLC로 분리한 chromatogram은 Fig. 3와 같으며 이를 定量한 結果는 Table 7과 같다.

DE부분에서는 PG가 41.01%로 가장 많았으며, PC가 28.24%, PE가 21.29% LPC가 9.57%였는데 ME부분에서는 PG가 평균 48.38%로 가장 많았으며 PI가 22.81%, PC가 17.86%, PE가 6.30%, LPC가 4.66% 들어있어 DE부분에는 없는 PI가 22.81%나 함유되어 있는 점이 特異하였다. 總脂質에 대한 구성지질의 함량은 PG가 0.90%로

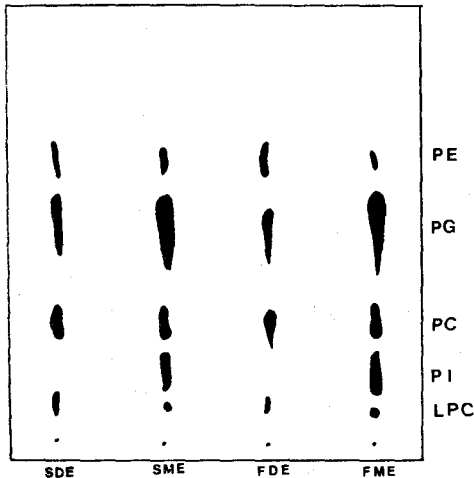


Fig. 3. Thin layer chromatogram of phospholipid in silkworm pupae

The solvent system was chloroform-acetone-methanol-acetic acid-water (65:20:10:10:3, v/v). The compounds were detected by Dittmer-Lester reagent, and other TLC conditions and abbreviations are the same as in Fig. 1.

- PE : phosphatidyl ethanolamine
- PG : phophatidyl glycerol
- PC : phosphatidyl choline
- PI : phosphatidyl inositol
- LPC : lysophosphatidyl choline

Table 7. Composition of phospholipid in silkworm pupae

	DE		ME	
	Spring	Fall	Spring	Fall
LPC	8.22%	10.91%	4.41%	4.90%
PI	—	—	23.86%	21.76%
PC	27.39%	29.09%	15.91%	19.80%
PG	43.84%	38.18%	47.73%	49.02%
PE	20.55%	21.82%	8.09%	4.51%

Abbreviations are the same as in Fig. 3.

Table 8. Fatty acid composition of DE and ME in silkworm pupae

(unit : %)

fatty acids	DE		ME	
	Spring	Fall	Spring	Fall
12 : 0	0.03	0.04	—	—
14 : 0	0.15	0.17	0.11	0.16
14 : 1	0.04	0.02	—	—
16 : 0	23.58	23.01	15.50	17.42
16 : 1	1.83	1.64	0.78	0.78
18 : 0	4.93	5.68	12.76	14.77
18 : 1	32.48	35.27	19.30	21.62
18 : 2	4.69	4.48	13.26	11.35
18 : 3	32.13	29.54	38.11	33.75
20 : 0	0.14	0.15	0.17	0.16
Unsat'd	71.17	70.95	71.45	67.50
EFA	36.82	34.02	51.37	45.01

가장 많았으며 PC가 0.46%, PE가 0.28%, PI가 0.22%, LPC가 0.15%였다.

脂肪酸組成

가. 總 DE 및 ME부분의 지방산조성: 總 DE 및 ME부분의 지방산조성을 GLC에 의하여 분석한 결과는 Table 8과 같다.

즉 DE부분에서는 oleic acid가 평균 33.88%로 가장 많았으며 linolenic acid 및 palmitic acid가 각각 30.84% 및 23.30% 함유되어 이들이 전체의 88.02%를 차지하였다. ME부분에서는 linolenic acid가 평균 35.93%로 가장 많았고, oleic acid, palmitic acid, stearic acid 및 linolenic acid가 각

각 20.46%, 16.46%, 13.77% 및 12.31% 함유되어 이들이 전체의 68.83%를 차지하였다. 總脂質에 대한 비율로 보면 oleic acid가 33.53%, linolenic acid가 30.97%, palmitic acid . 23.12%로 Bergmann의 報告⁴⁾와 대체로 일치하였으며 不飽和脂肪酸의 含量이 높아 植物性油脂에 가까웠으며 必

須脂質酸의 含量도 35.75%로 높은 편이었다.

나. 中性脂質의 脂肪酸組成: 蠶蛹의 中性脂質部分의 脂肪酸組成은 Table 9와 같다.

즉 DE부분중의 中性脂質의 脂肪酸組成은 總DE부분의 지방산조성과 비슷하였으며, ME부분중의 中性脂質의 지방산조성은 總ME부분과 약간 달랐다. 한편 DE부분 및 ME부분의 中性脂質 사이에는 큰 차이가 없었다

다. 糖脂質의 脂肪酸組成: 蠶蛹의 糖脂質部分의 지방산조성은 Table 10과 같다.

즉 DE부분중 糖脂質의 지방산조성은 總DE부분 및 DE부분중 中性脂質과는 달랐으며, ME부분중의 糖脂質의 지방산조성은 總ME부분 및 ME부분중 中性脂質部分과 비슷하였으나 DE부분 및 ME부분의 糖脂質 사이에는 總ME부분 및 ME부분중 中性脂質部分과 비슷하였으나 경향은 비슷하였다.

라. 磷脂質의 脂肪酸組成: 蠶蛹의 磷脂質部分의 脂肪酸組成은 Table 11과 같다.

즉 DE부분중 磷脂質의 지방산조성은 總DE부분 및 DE부분중 中性脂質의 지방산조성과는 相異하였으나 DE부분중 糖脂質部分과는 비슷한 경향을 보였다. ME부분중 磷脂質은 總ME부분의 지방산조성과 비슷하였다. 磷脂質部分의 不飽和脂肪酸 및 必須脂肪酸의 含量은 다른 部分에 비해 상당히 낮았다.

이상의 結果로 보아 蠶蛹은 脂質 및 蛋白質의

Table 9. Fatty acid composition of neutral lipid in DE and ME of silkworm pupae (unit : %)

fatty acids	DE		ME	
	Spring	Fall	Spring	Fall
12 : 0	0.03	0.02	0.07	—
14 : 0	0.18	0.16	2.29	2.16
14 : 1	0.01	0.02	—	—
16 : 0	23.42	23.32	22.59	22.33
16 : 1	1.69	1.76	1.59	1.65
18 : 0	4.91	5.52	5.27	5.45
18 : 1	32.96	34.80	30.03	30.25
18 : 2	4.90	4.59	5.75	5.97
18 : 3	32.10	29.57	31.67	32.10
20 : 0	—	0.24	0.14	0.10
Unsat'd	71.46	70.74	69.64	69.97
EFA	41.50	34.16	37.42	38.07

Table 10. Fatty acid composition of glycolipid in DE and ME lipid of silkworm pupae (unit : %)

fatty acids	DE		ME	
	Spring	Fall	Spring	Fall
14 : 0	0.30	1.91	2.79	2.34
14 : 1	0.03	0.55	—	—
16 : 0	15.08	15.83	21.91	22.86
16 : 1	1.87	2.32	1.59	0.78
18 : 0	14.20	14.19	8.57	9.09
18 : 1	19.14	21.11	25.90	27.01
18 : 2	16.49	11.05	6.97	7.28
18 : 3	34.69	32.37	31.67	30.39
20 : 0	—	0.68	0.60	0.26
Unsat'd	70.42	67.40	66.13	65.46
EFA	49.38	43.42	38.64	37.67

Table 11. Fatty acid composition of phospholipid in DE and ME lipid of silkworm pupae (unit : %)

fatty acids	DE		ME	
	Spring	Fall	Spring	Fall
14 : 0	1.92	1.72	2.25	2.14
14 : 1	0.30	0.34	0.26	0.33
16 : 0	19.50	15.86	26.11	23.49
16 : 1	2.63	3.45	0.78	0.99
18 : 0	20.75	16.90	8.53	9.87
18 : 1	21.38	24.14	34.26	32.38
18 : 2	8.81	9.31	3.75	4.20
18 : 3	24.71	28.28	24.05	25.92
20 : 0	—	—	—	0.66
Unsat'd	57.83	65.52	63.10	63.82
EFA	33.52	37.59	27.80	30.12

함량이 많은데 그중 脂質은 中性脂質이 대부분이고, 脂肪酸組成은 不飽和脂肪酸의 含量이 많고 必須脂肪酸의 含量도 많아 영양적으로 우수하여 油脂資源으로 이용할 수 있는 가능성을 보여주었으며 油脂를 抽出한 殘渣도 대부분이 蛋白質이어서 이것도 加工食品 특히 蛋白質強化食品의 原料로 이용할 수 있는 것으로 보이니 이의 이용에는 脂質成分 이외에 다른 成分에 關한 研究 및 油脂加工時 抽出 및 精製 특히 脫臭工程 등에 대한 研究가 이루어져야 한다고 본다.

要 約

蠶絲業의 副産物인 蠶蛹의 總脂質含量은 35.37% (乾物比)로, diethyl ether-extract 34.47%, 85% methanol-extract 0.90%였다.

Diethyl ether-extract부분에는 中性脂質이 96.07%, 糖脂質이 2.89%, 磷脂質이 1.04%였으나, 85% methanol-extract부분에는 中性脂質이 47.36%, 糖脂質이 14.56%, 磷脂質이 38.09%였다. Diethyl ether-extract부분의 中性脂質에서는 triglyceride (71.43%), free fatty acid(12.72%) 및 esterified sterol(8.12%)이 주요 構成脂質이었으며, 85% methanol-extract부분의 中性脂質에서는 free fatty acid (38.46%), triglyceride (34.21%) 및 free sterol(11.05%)이 주요 構成脂質이었고 esterified sterol은 존재치 않았다.

Diethyl ether-extract에서는 5종류, 85% methanol-extract에서는 8종류의 糖脂質이 檢出되었다. Diethyl ether-extract중의 磷脂質은 phosphatidyl glycerol(41.01%), phosphatidyl choline (28.24%) 및 phosphatidyl ethanolamine(21.29%) 이 주요구성지질이였으며 phosphatidyl inositol은 檢出되지 않았다. 85% methanol-extract중의 磷脂質은 phosphatidyl glycerol(48.38%), phosphatidyl inositol(22.81%) 및 phosphatidyl choline (17.86%)이 주요 構成脂質이었다.

總脂質의 주요 脂肪酸은 oleic acid(33.53%), linolenic acid(30.47%) 및 palmitic acid(23.12%) 였고, 전체 지방산중 不飽和脂肪酸은 71.02%였으며 必須脂肪酸은 35.75%였다.

引用 文 獻

1. 金文浹: 蛋絲學概論, p. 324, 鄉文社(1977).
2. 農水産部: 農水産統計年報, p. 134(1981).
3. 金文浹: 蛋絲學概論, p. 244, 鄉文社(1977).
4. 尾崎準一: 蛋絲化學上副産物利用, 朝倉書店, (1943).
5. Schoch, T.J.: J. Am. Chem. Soc., 64 : 2954 (1943).
6. Folch, J., Lee, M. and Stanley, H.S.: J. Biol. Chem., 226 : 69(1957).
7. Hirsch, J. and Ahrens, Jr., E.H.: J. Biol. Chem., 233 : 311(1958).
8. Rouser, G., Kritchevsky, G., Simon G., and Nelson, G.J.: Lipids, 2 : 37(1967).
9. 藤野安彦: 脂質分析法入門, pp. 69~70, 學會出版センター(1978).
10. Mangold, H.K.: J. Am. Oil Chem. Soc., 38 : 708(1961).
11. Stahl, E.: Thin layer chromatography, Academic Press(1969).
12. Kuksis, A.: Handbook of Lipid Research, Vol. 1, Fatty acids and glycerides, p. 134, Plenum Press(1978).
13. Wagner, H., Hohammer, L. and Wolff, P.: Biochem., Z., 334 : 175(1961).
14. Skipski, V.P., Peterson, R.F., Sanders, J. and Barclay, M.: J. Lipid Res., 4 : 227(1963)
15. Zweig, G. and Sherma, J.: Handbook of chromatography, vol. 2, p. 144, CRC Press (1972).
16. Siakatos, A.N. and Rouser, G.: J. Am. Oil Chem. Soc., 42 : 913(1965).
17. Dittmer, J.C. and Lester, R.C.: J. Lipid Res., 5 : 126(1964).
18. Skidmore, W.D. and Entenmann, C.: J. Lipid Res., 3 : 71(1962).
19. Bregoff, H.M., Roberts, E. and Delwiche, C.C.: J. Biol. Chem., 205 : 565(1953).
20. Amenta, J.S.: J. Lipid Res., 5 : 270(1964).
21. AOCS: Official and Tentative Methods of AOCS, Ce 1-62(1970).