

미역의 부위별 중성 및 극성 지방질의 지방산 조성

최 선 남 · 최 강 주*[†]

군산대학교 식품공학과, *한국인삼연초연구원

Fatty Acid Compositions of Natural Lipids and Polar Lipids in the Parts of Miyeok (*Undaria pinnatifida*)

Sun-Nam Choe and Kang-Ju Choi*[†]

Dept. of Food Science and Technology, Kunsan National University, Kunsan 573-702, Korea

*Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, Daejeon 305-345, Korea

Abstract

Fatty acid composition of frond, sporophyll and stipe of Miyeok (*Undaria pinnatifida*) were extensively analyzed to evaluate a nutrient significance of n-3 polyenes, n-6 polyenes, γ -linolenic acid (18:3, n-6) and α -linolenic acid (18:3, n-3). Polyenes of α -linolenic acid (18:3, n-3), stearidonic acid (18:4, n-3), eicosapentaenoic acid (20:5, n-3) and docosahexaenoic acid (22:6, n-3) were as high as 29.69%, but γ -linolenic acid (18:3, n-6) was as low as 0.90% when compared to total polyenes of 44.18% in frond. The n-3 polyenes of neutral lipids, glycolipids and phospholipids were 22.40%, 35.82% and 3.53% in frond, 5.26%, 9.51% and 2.37% in stipe and 8.01%, 4.49% and 2.14% in sporophyll, respectively. These results suggest that total polyenes and n-3 polyenes in frond of Miyeok may be used as resource of functional food.

Key words : *Undaria pinnatifida*, fatty acid composition, n-3 polyunsaturated fatty acid.

서 론

미역(*Undaria pinnatifida*)은 단백질 함량과 당질 함량이 각각 20.0% 및 33.9%로 높고 무기질 성분중 나트륨, 칼륨, 칼슘, 인의 함량과 비타민 중 β -carotene, vitamin C, niacin 등의 함량이 매우 풍부한 것으로 보고되었다¹⁾. 최근 식생활의 패턴이 점차 서구화되고 육류의 섭취량이 현저하게 증가되어감에 따라 n-6 와 n-3계열 불포화지방산의 불균형적인 섭취는 심장혈관계 질환, 혈전증, 고혈압, 자가면역기능 손실, 신경계 작용 이상 등의 질병을 일으키는 원인으로 작용하는 것으로 보고되고 있다^{2,3)}.

한편 지방산의 영양학적인 의의를 고찰해 볼 때 n-6 계열의 필수지방산 중심으로 linoleic acid와 arachidonic acid의 영양학적인 필요성이 강조되어 왔으나, 최근 n-3 지방산은 생체 membrane 조직의 필수

인자로서 체내대사에 중요한 역할을 하는 것으로 밝혀졌다⁴⁾. 특히 n-3 계열의 불포화지방산 중 eicosapentaenoic acid (20:5)와 docosahexaenoic acid(22:6)는 동맥경화 및 혈전 등과 같은 심장질환의 예방과 치료에 효과가 있는 것으로 보고^{5~7)} 되어 주목을 끌고 있으며 현재에도 많은 연구들이 진행 중에 있다. 해조류^{1,8~13)}에는 고도불포화지방산 중 n-3계열과 n-6계열의 불포화지방산이 다양하게 함유되어 있는 것으로 보고되고 있으나 이들 지방산들에 대한 체계적인 연구는 매우 미미한 실정이다. 특히 gamma(γ)-linolenic acid (18:3, n-6)는 노화, 당뇨병, cholesterol, 혹은 trans 지방산의 섭취 등 여러 요인에 의해 저하된 Δ^6 -desaturase를 활성화시킨다는 의미에서 생리적 기능과 그 의의가 매우 크다고 볼 수 있다^{11~13)}. 달맞이꽃 종자유¹⁴⁾에는 γ -linolenic acid가 약 8.8~9.5% 함유되고 이외에도 단풍, 아네모네, 플라크톤, 해조

[†] Corresponding author : Kang-Ju Choi

및 조류 등에 극히 미량 함유된 것으로 알려졌다¹⁵⁾. 그러나 우리가 흔히 식용으로 하는 대두유, 옥수수유, 유채유 및 참기름 등 식용유와 일반 식물성 및 동물성 식품에는 거의 함유되지 않은 것으로 보고되고 있다^{5,6)}. 우리나라의 미역, 다시마 및 김과 같은 해조류¹⁾에는 α -linolenic acid (18:3, n-3)가 함유되고 γ -linolenic acid (18:3, n-6)는 함유되지 않은 것으로 보고되고 있으며, 미역에 γ -linolenic acid (18:3, n-6)가 지방산 조성중 9.2% 함유된다는 홍 등⁹⁾의 보고자료와 상반될 뿐 아니라 기타 지방산 조성도 상이하였다.

따라서 본 연구는 우리나라의 대표적인 조류식품인 미역의 지방산을 보다 구체적으로 조사하여 기능성 식품으로써 활용가치를 재조명해 보고 기능성 식품의 소재로 그 의의를 모색코자 하였다. 특히 미역의 상반된 지방산 분석결과를 바로 잡고 γ -linolenic acid(18:3, n-6) 외에 기능성 지방산의 소재를 정확하게 파악하기 위하여 미역을 3개의 부위로 구분하고 각각 중성지방질, 당지방질 및 인지지방질의 지방질 획분을 분리한 다음 구성지방산 조성을 GLC로 분석하였다.

재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용한 미역은 전라남도 완도에서 채취하여 통상적인 미역 건조방법에 따라 일건시켜 건조시킨 다음 3개의 주된 부위로 구분하여 시료로 사용하였다. 즉 주로 식용으로 이용되고 있는 엽상부(frond) 외에 미역뿌리에 바로 연결되어 있는 포자엽(sporophyll)으로 구분하고 엽상부와 포자엽을 이어주는 줄기(中肋, stipe)를 각각 구분하여 시료로 사용하였다.

2. 지방질의 추출 및 정제

지방질 추출은 건조된 시료를 커팅밀을 사용 2 mm로 분쇄시킨 다음 Kates의 방법¹⁶⁾을 참조하여 클로로포름 : 메탄올(8 : 4, v/v) 혼합용매로 반복 추출하여 여과한 다음 Folch방법^{16,17)}으로 정제하였다. 즉, 클로로포름 : 메탄올(8 : 4, v/v) 용매에 추출된 지방질을 분별 깔대기에 넣고 물을 가하여 클로로포름 : 메탄올 : 물(8:4:3, v/v) 비율로 용매조성을 조정한 다음 진탕 후 방치시켜 상층인 물층에 비지방질 성분을 이행시켜 제거하고, 하층인 클로로포름층과 메탄올 혼합용매를 분획 분리한 후 감압농축시켜 용매를 제거한 후 총지방질을 얻었다.

3. 중성 및 극성 지방질의 분리 정량

미역의 부위별 총지방질을 Rouser 등¹⁸⁾의 방법에 따라 silicic acid column chromatography에 의하여 chloroform, acetone 및 methanol의 용매별 극성 순으로 용출시켜 중성지방질, 당지방질 및 인지지방질 분획으로 분리하였다. 용매별로 용출된 각 지방질 분획은 감압농축시켜 용매를 제거한 후 중량법에 의하여 함량을 각각 계산하였다.

4. 지방산 분석

각 시료에서 분리한 총지방질, 중성지방질, 당지방질 및 인지지방질 분획은 Metcalf¹⁹⁾ 방법에 따라 BF₃-methanol을 사용하여 methyl ester화 시킨 다음 GLC로 분석하였다. 분석기기는 검출기로서 FID가 부착된 Hewlett packard (HP) 5890 series II terminal과 HP 3396 series II integrator를 사용하였다. Column은 supelcowax 10 fused silica capillary column(30m, 0.25 mm ID)를 사용하였고 oven 온도는 180°C에서 1분간 유지시킨 후 2°C/min.씩 승온시켜 240°C에서 10분간 유지시켜 분석하였다. 주입구 및 검출기 온도는 240°C 및 250°C하였고 carrier gas는 N₂ gas를 1.0ml/min, 으로 하였으며 split ratio는 50:1로 하였다. 지방산 표준품은 지방산메틸에스터 표준품(Sigma Chemical CO.)를 사용하였고 GLC에 의해 분리된 peak 면적의 상대 면적비로 계산하였다.

결과 및 고찰

1. 조지방질 및 중성, 극성지방질 조성

미역의 부위별 조지방질 함량은 Table 1에서와 같이 엽상부는 3.37%, 포자엽은 4.59%, 줄기는 2.50%로 포자엽 부위가 가장 높고 줄기부위가 가장 낮았다. 중성지방질, 당지방질 및 인지지방질 조성을 볼 때 엽상부는 39.02%, 42.20% 및 18.78%였고 포자엽은 56.37%, 32.40% 및 11.23%였으며 줄기는 43.39%, 37.67% 및 18.94%였다. 주로 식용으로 이용되고 있는 엽상부는 당지방질의 조성이 42.20%로 가장 높았고 포자엽과 줄기는 중성 지방질의 조성이 각각 56.37% 및 43.39%로 가장 높았다.

2. 지방질 획분별 지방산 조성

미역 엽상부, 포자엽 및 줄기의 조지방질 및 중성, 당, 인지지방질의 지방산 조성은 각각 Table 2, Table 3 및 Table 4와 같다. 미역 엽상부의 총지방질의 조성을 볼 때 palmitic acid (16:0)가 33.09%로 가장 높았으나 일반적으로 식물체 및 동물체에 다량 함유된

Table 1. Percent composition of the neutral lipids, glycolipids and phospholipids in three parts of *Undaria pinnatifida*

Samples	Content	Total lipids	Lipid classes		
			Neutral lipids	Glycolipids	Phospholipids
Fronde		3.37	39.02	42.20	18.78
Sporophyll		4.59	56.37	32.40	11.23
Stipe		2.50	43.39	37.67	18.94

* Crude lipids were quantified on dry weight(%) by a gravimetric method

Table 2. Fatty acid composition of frond lipids of *Undaria pinnatifida*

Fatty acids	Total lipids	NL	GL	PL
14:0	5.54	4.97	5.90	6.08
15:0	0.26	0.17	0.34	0.66
16:0	33.09	33.14	27.50	60.33
17:0	0.14	0.28	0.13	0.40
18:0	1.96	3.23	1.28	4.28
20:0	0.75	1.45	0.41	1.90
Saturates	41.74	43.24	35.56	73.65
16:1	1.11	0.86	1.20	0.86
18:1	11.89	14.72	11.69	10.36
20:1	1.08	0.04	0.08	6.10
Monoenes	14.08	15.62	12.97	17.32
18:2(n-6)	5.96	7.46	6.37	2.49
18:3(n-6)	0.90	0.77	1.08	0.14
18:3(n-3)	7.29	5.91	8.77	1.30
18:4(n-3)	15.08	8.39	17.69	tr
20:2(n-6)	0.21	0.70	0.12	0.35
20:3(n-6)	0.42	0.63	0.45	0.15
20:4(n-6)	7.00	9.19	7.64	2.36
20:5(n-3)	6.88	6.99	8.10	0.98
22:6(n-3)	0.44	1.11	0.26	1.25
Polyenes	44.18	41.15	51.48	9.02
n-3 Polyenes	29.69	22.40	35.48	3.53

* NL : neutral lipids, GL : glycolipids, PL : phospholipids

** tr : trace amount(<0.1)

linolic acid (18:2, n-6)와 linolenic acid (18:3, n-3)는 다른 식물체나 동물체에 비하여 그 함량¹⁾이 상대적으로 낮은 반면에 stearidonic acid (18:4, n-3), arachidonic acid (20:4, n-6), eicosapentaenoic acid (20:5, n-3)등 폴리엔산의 함량이 총지방산의 조성면에서 각각 6~15% 정도 함유된 점이 특징적이었다. 미역의 지방산 조성을 볼 때 이들 특징적인 지방산들 외에도

Table 3. Fatty acid composition of sporophyll lipids of *Undaria pinnatifida*

Fatty acids	Total lipids	NL	GL	PL
14:0	8.04	7.82	9.01	8.53
15:0	0.27	0.13	0.29	0.61
16:0	37.60	37.80	35.37	60.50
17:0	0.15	0.16	0.11	0.28
18:0	3.87	4.66	1.97	5.82
20:0	1.17	1.45	0.53	2.30
Saturates	51.10	52.02	47.30	78.04
16:1	0.74	0.59	1.06	0.63
18:1	23.56	26.30	18.82	7.81
20:1	0.96	1.24	0.09	7.62
Monoenes	25.26	28.13	19.97	16.06
18:2(n-6)	7.82	7.39	9.14	1.56
18:3(n-6)	1.04	0.78	1.65	tr
18:3(n-3)	0.82	0.45	1.63	tr
18:4(n-3)	10.15	0.62	2.20	tr
20:2(n-6)	0.43	0.53	0.24	0.30
20:3(n-6)	0.76	0.72	0.88	tr
20:4(n-6)	8.00	5.94	12.80	1.90
20:5(n-3)	2.78	2.25	4.10	0.62
22:6(n-3)	0.83	1.17	0.08	1.52
Polyenes	23.63	19.85	32.72	5.88
n-3 Polyenes	5.58	4.49	8.01	2.14

* NL : neutral lipids, GL : glycolipids, PL : phospholipids

** tr : trace amount(<0.1)

이중결합이 2개 이상 6개까지 결합된 폴리엔산이 44.18%로 높게 나타난 점이 특징적이라고 볼 수 있었다. 따라서 미역의 경우 불포화지방산 중 폴리엔산의 조성비율이 높은 점이 미역의 영양학적인 측면에서 특이 기능성으로 상관이 있을 것으로 사료된다.

한편 홍⁹⁾의 미역 지방산의 분석결과와 대조해 볼

Table 4. Fatty acid composition of stipe lipids of *Undaria pinnatifida*

Fatty acids	Total lipids	NL	GL	PL
14:0	8.59	7.06	10.08	7.58
15:0	0.32	0.34	0.30	0.43
16:0	40.64	40.52	35.81	66.71
17:0	0.16	0.20	0.11	0.29
18:0	3.26	4.91	1.75	5.25
20:0	1.14	2.01	0.39	2.56
Saturates	54.11	55.04	48.44	82.82
16:1	0.83	0.57	1.12	0.20
18:1	16.59	18.94	17.20	2.11
20:1	1.81	2.06	0.21	11.23
Monoenes	19.23	21.57	18.53	13.54
18:2(n-6)	7.01	6.15	8.75	0.34
18:3(n-6)	1.06	0.67	1.50	tr
18:3(n-3)	1.55	0.91	2.32	tr
18:4(n-3)	2.57	1.11	3.75	tr
20:2(n-6)	0.48	1.16	0.15	0.92
20:3(n-6)	0.87	1.03	0.94	tr
20:4(n-6)	9.87	9.13	12.18	tr
20:5(n-3)	2.59	2.22	3.39	0.39
22:6(n-3)	0.66	1.02	0.05	1.98
Polyenes	26.66	23.4	33.05	3.63
n-3 Polyenes	7.37	5.26	9.51	2.37

* NL : neutral lipids, GL : glycolipids, PL : phospholipids

** tr : trace amount (<0.1)

때 총지방산 종류는 거의 유사하였으나 지방산 종류별로 볼 때 홍은 linolenic acid (18:3, ω -6)가 9.2% 함유된 것으로 보고하였다. 그러나 본 연구에서 분석 결과에 의하면 linolenic acid(18:3, n-3)가 7.29%였고 홍⁹⁾이 보고한 linolenic acid (18:3, ω -6)와 동일한 γ -linolenic acid(18:3, n-6)는 0.90%로 극히 미량으로 정량되었다. 또한 다른 연구보문을 검토 비교해 볼 때 해조류(sea weeds)¹⁾에서 linolenic acid(18:3, n-3)가 보고되었고, 조류(green algae)¹⁰⁾에서도 linolenic acid(18:3, n-3)는 지방산 조성면에서 14.81%였으나 γ -linolenic (18:3, ω -6)는 1.05%로 극히 미량 함유된 것으로 보고되었다. 이들 결과들을 고찰해 볼 때 홍⁹⁾의 미역에 대한 분석결과에서 linolenic acid(18:3, ω -6)는 linolenic acid(18:3, ω -3)를 잘못 표기한 것으로 시사된다. 본 연구보문에서 0.90%로 미량 정량된 α -linolenic acid(18:3, n-6)는 홍⁹⁾의 보고에서는 미

량으로 함유되어 별도 정량되지 않은 것으로 사료된다. 또한 미역 엽상부의 총지방질의 지방산 조성을 보고된 분석결과^{1,9)}와 비교해 볼 때 palmitic acid (16:0) 함량이 33.09%로 현저하게 높았고, stearidonic acid (18:4, n-3)는 홍⁹⁾의 결과와 유사하였으며 arachidonic acid (20:4, n-6) 및 eicosapentaenoic acid (20:5, n-3)는 기존의 분석결과에 비하여 함량이 낮게 정량되었다. 이와 같은 분석결과의 차이는 물론 사용된 시료의 채취지역이나 채취시기와 분석방법 등에 따라서도 차이가 있을 수 있을 것으로 사료된다.

미역 엽상부의 중성지방질, 당지방질 및 인지지방질의 지방산 조성을 볼 때 지방산의 조성이 상이함을 알 수 있었다. 즉 중성지방질은 포화산(saturates)이 43.24%로 가장 높았고 폴리엔산(polyenes)은 41.15% 모노엔산(monoenes)은 15.62% 였으나, 당지방질은 폴리엔산(polyenes)이 51.48%로 현저하게 높았고 포화산 35.56% 모노엔산 12.97%였으며, 인지지방질은 포화산이 73.65%로 현저하게 높았고 모노엔산은 17.32%였으나 폴리엔산은 9.02%로 매우 낮은 점이 특징적이었다.

미역 포자엽의 총지방질의 지방산조성은 포화산 51.10% 모노엔산 25.26%였고 폴리엔산 23.63%로 엽상부의 지방산 조성과 상이함을 알 수 있었으며 엽상부에 비하여 포화산과 모노엔산의 지방산 조성이 높았으나 폴리엔산은 23.63%로 현저하게 낮았다. 중성지방질, 당지방질 및 인지지방질의 지방산 조성도 엽상부의 지방산 조성과는 상이하였으며 엽상부에 비하여 영양학적²⁻⁷⁾으로 기능성면에서 의의가 큰 폴리엔산의 조성비율은 현저하게 낮은 반면에 포화산과 모노엔산의 조성비율은 높았다.

미역줄기의 총지방질의 지방산 조성은 포화산 54.11%, 모노엔산 19.23%, 폴리엔산은 26.66%로 엽상부의 지방산 조성과는 상이함을 알 수 있었다. 즉 엽상부에 비하여 영양학적²⁻⁷⁾으로 의의가 큰 폴리엔산은 26.66%로 현저하게 낮은 반면에 중성지방질, 당지방질 및 인지지방질의 지방산 조성도 엽상부와는 상이하였으며 포화산과 모노엔산의 지방산 조성은 높았다. 미역 엽상부에 비하여 포화산과 모노엔산의 조성비율이 높고 폴리엔산의 조성비율이 현저하게 낮았다.

미역의 부위별 지방산 조성을 고찰해 볼 때 엽상부는 포자엽과 미역줄기에 비하여 영양학적 기능성 면에서 의의가 큰 것으로 보고²⁻⁷⁾되고 있는 폴리엔산의 조성비율이 현저하게 높았으며 포화산과 모노엔산의 조성비율은 낮았다. 또한 폴리엔산의 내용면에서도 볼 때 영양생리적 기능성 측면에서 의의²⁻⁷⁾가 큰 lin-

olenic acid(18:3, n-3), stearidonic acid(18:4, n-3) eicosapentaenoic acid(20:5, n-3) 및 docosahexaenoic acid(22:6, n-3)와 같은 n-3 폴리엔산의 조성비율이 엽상부는 26.69%로 포자엽의 5.58% 및 줄기의 7.37% 보다 현저하게 높은 점이 특징적이었다.

미역의 부위별 증성지방질, 당지방질 및 인지지방질의 폴리엔산 중 n-3 폴리엔산의 조성비율을 볼 때 엽상부는 22.40%, 35.82% 및 3.53%였으며 포자엽은 4.49%, 8.01% 및 2.14%였고 줄기는 5.26%, 9.51% 및 2.37%였다. 따라서 미역의 부위별로 n-3 폴리엔산의 조성비율을 비교해 볼 때 엽상부 중의 함량이 가장 높았으며 지방질 분획별로 비교해 볼 때는 당지방질 중에 n-3 폴리엔산의 조성비율이 높음을 알 수 있었다. 이들 결과를 고찰해 볼 때 미역의 미역의 엽상부는 부위중 총 폴리엔산과 n-3 폴리엔산의 지방산 조성이 가장 높았으며 기능성 식품자원으로 활용이 가능한 것으로 시사된다.

요 약

미역 (*Undaria pinnatifida*)의 엽상부, 줄기 및 포자엽 부위별 지방산을 분석하여 n-3 폴리엔산, n-6 폴리엔산, γ -linolenic acid (18:3, n-6) 및 α -linolenic acid (18:3, n-3)의 영양학적 의의를 규명코자 하였다. 총지방질 함량은 엽상부 3.37%, 포자엽 4.59% 및 줄기 2.50%였으나, 지방산 조성을 볼 때 엽상부는 총 폴리엔산 44.18% 중 α -linolenic acid (18:3, n-3), stearidonic acid(18:4, n-3), eicosapentaenoic acid (20:5, n-3) 및 docosahexaenoic acid (22:6, n-3)와 같은 n-3계열의 폴리엔산은 29.69%였으나 γ -linolenic acid (18:3, n-6) 0.90%로 매우 낮았다. 총 폴리엔산과 n-3계열의 폴리엔산 조성비율을 볼 때 엽상부는 44.18% 및 29.69%였으나, 포자엽은 23.63% 및 5.58%였고 줄기는 26.66% 및 7.37%였다. 한편 증성 지방질, 당지방질 및 인지지방질의 n-3 폴리엔산의 함량을 볼 때 엽상부는 22.40%, 35.82% 및 3.53%로 현저하게 높았으나 줄기는 5.26%, 9.51% 및 2.37%였고 포자엽은 4.49%, 8.01% 및 2.14%로 가장 낮았다. 따라서 미역 엽상부의 총 폴리엔산과 n-3 폴리엔산은 기능성 식품자원으로 활용이 가능한 것으로 시사된다.

참고문헌

- 오창근 : 식품성분표(제 5개정판), 농촌진흥청 농촌생활연구소, 상록사, 수원, P. 304~305(1996).

- Simopoulos, A. P. : Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development, *Am. J. Clin. Nutr.*, 54, 438~463 (1991).
- Newton, I. and Snyder, D. : Nutritional aspects of long chain omega-3 fatty acids and their use in bread enrichment, *Cereal Foods World*, 42, 126~131 (1997).
- 이양자 : 유지영양의 문제점과 개선방향. *식품과학과 산업*, 23, 13 (1990).
- Kitoh, M. : Physiological Function of Polyunsaturated Fatty Acids.
- Bang, H. O., Dyerberg, J. and Sinclair, H. M. : The composition of the Eskimos food in North West Greenland, *Am. J. Clin. Nutr.*, 33, 2657(1980).
- Dyerberg, J. : Linolenate-derived polyunsaturated fatty acids and prevention of atherosclerosis, *Nutr. Rev.*, 44 125(1986).
- Pettitt, T. R., Jones, A. L. and Harwood, J. L. : Lipids of the marine red algae, *Chondrus crispus* and *Porphyra lanosa*. *Phytochemistry*, 28, 399 (1989).
- 홍재식, 권영주, 김영희, 김명근, 박일웅, 강귀환 : 미역과 파래의 지방산 조성, *한국영양식량학회지*, 20(4), 376~380 (1991).
- Choi, K. J., Nakhost, Z., Barzana, E. and Korel, M. : *Food Biotechnology*, 1(1), 117~128 (1987).
- Ide, T. : *Nippon Nōgeikagaku kaishi*, 62(1), 46(1988).
- Goodnight, S. H., Williams J. et al. : *Arteriosclerosis*, 2(2), 87(1982).
- Ide, T., Sugano, M. et al. : *Nutr. Res.*, 7, 1085(1987).
- 표영희 : 한국산 달맞이꽃 종자유의 이화학적 특성에 관한 연구, 성신여자대학교 박사학위 논문, P.28 (1989).
- 일본유화학협회 (김영진 역) : *유지화학* 편람, 대광서림, 서울, P.10 (1991).
- Morris Kates : *Techniques of Lipidology*, American Elsevier Publishing Co. INC., New York, P. 349~350 (1975).
- Folch, J., Lee, M. and Sloane Stanly, G. H. : A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue, *J. Biol. Chem.*, 226, 497(1957).
- Rouser, G., Kritchevsky, G. and Simon, G. : Quantitative analysis of brain and spinach leaf lipids employing silicic acid column chromatography and acetone for elution of glycolipids, *Lipids*, 2(1), 37 (1967).
- AOAC : Official methods of analysis, 15th edition, Association of official analytical chemists, Arlington, Virginia 22201 USA, P. 963~964(1980).

(2000년 11월 20일 접수)