

## 미역과 파래의 지방산 조성

홍재식<sup>†</sup> · 권영주\* · 김영희\* · 김명곤 · 박일웅\*\* · 강귀환\*\*

전북대학교 식품공학과

\*한국인삼연초연구소

\*\*전북산업대학교 식품공학과

### Fatty acid Composition of Miyeok (*undaria pinnatifida*) and Pare (*Enteromorpha compressa*)

Jai-Sik Hong<sup>†</sup>, Young-Ju Kwon\*, Young-Hoi Kim\*, Myung-Kon Kim, Il-Woong Park\*\*, and Kui-Hwan Kang\*\*

Dept. of Food Science and Technology, Chonbuk National University, Chonju 560-756, Korea

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

\*Dept. of Food Science and Technology, Chonbuk Sanup University, Kunsan 573-400, Korea

#### Abstract

The contents of total lipids from Korean marine benthic algae Miyeok(*Undaria pinnatifida*) and Pare(*Enteromorpha compressa*) were 1.8% and 0.7% on the dry basis, respectively. They were fractionated by silicic acid column chromatography and identified by gas liquid chromatography. The ratios of neutral lipids, glycolipids and phospholipids in total lipids were 3.5 : 74.1 : 22.4 in Miyeok and 33.1 : 48.4 : 18.5 in Pare. Total fatty acids in Miyeok and Pare were composed of 28.5 and 33.2% of saturates, 9.8 and 10.8% of monoenes, 61.7 and 56.0% of polyenes, respectively and the polyunsaturated fatty acid was the most predominant component.  $\omega$ -3 polyunsaturated fatty acids were C<sub>18:4</sub> (15.9 and 17.1%) and C<sub>20:5</sub> (10.6 and 6.0%).

Key words : *Undaria pinnatifida*, *Enteromorpha compressa*, lipid composition,  $\omega$ -3 polyunsaturated fatty acid

#### 서 론

미역 (*Undaria pinnatifida*) 과 파래 (*Enteromorpha compressa*)는 갈조류와 녹조류에 속하는 해양식물로 주로 우리나라와 일본 연안에 서식하며 독특한 맛과 향을 지녀 옛부터 널리 석용되어 왔다.

파래는 비타민, 무기질 성분을 다량 함유하고 있으

며, 특히 미역은 단백질, 지질, 당질, 비타민등 모든 영양소를 고루 함유하고 있을 뿐만 아니라 무기질 성분인 칼슘, 요오드가 풍부하게 들어있어 성장기 어린이, 특히 산모에게는 필수적인 식품으로 여겨져 왔다. 최근 불균형된 식생활로 인한 각종 질환들이 심각한 문제로 대두되면서 해산식품에 대한 영양학적 가치가 새롭게 인식되고 있는데 특히 해산물 등에는 자상생물에서 거의 존재하지 않는  $\omega$ -3계열의 고도불포화지방산을 다량함유하고 있는 것으로 밝혀졌다<sup>1~5</sup>.

\*To whom all correspondence shoud be addressed

종래에는  $\omega$ -6계열인 linoleic acid를 중심으로 지방산의 필수성이 강조되었지만  $\omega$ -3계 지방산들이 많은 학자들의 관심을 끌게 된 것은 겨우 10년전의 일로 이들의 필수성이 여러 측면에서 지적되고 있다<sup>5,6)</sup>. 이들  $\omega$ -3계 지방산의 중요한 구성분인 인지질은 생체 membrane 조직의 필수인자로서 membrane에 관련된 효소의 활성도, membrane transport, receptor 기능 등에 필수적인 역할을 함으로서 이들의 섭취는 생장 발달과 체내대사에서 중요한 역할을 하며<sup>7)</sup>, 특히 eicosapentaenoic acid( $C_{20:5}$ ,  $\omega$ -3)와 docosahexaenoic acid( $C_{22:6}$ ,  $\omega$ -3)는 고도의 불포화도에 의한 과산화지질의 생성으로 인한 문제점은 있지만 이들은 혈청지질 구성에 변화를 초래하여 동맥경화 및 혈전 등과 같은 심장질환의 예방과 치료에 큰 효과가 있다고 보고되어<sup>8~10)</sup> 주목을 끌고 있으며 현재 많은 연구가 진행 중에 있다. 그러나 해조류의 지질 특히  $\omega$ -3계의 고도불포화 지방산에 대한 연구는 Pettitte 등<sup>11)</sup>의 연구를 비롯하여 몇몇 논문이 발표되었을 뿐 체계적인 연구는 이루어지지 않고 있다<sup>11~13)</sup>.

국내에서는 하<sup>14,15)</sup>에 의해 해조류 지질의 지방산 조성에 대하여 약간 보고되었을 뿐 해조류 지질에 대한 체계적인 연구는 극히 미미하고 특히  $\omega$ -3계 지방산에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구는 우리나라의 대표적인 조류 식품인 미역과 파래의 지질을 silicic acid column chromatography에 의하여 중성 및 극성지질을 분리하고 이들의 구성 지방산 조성을 GLC에 의해 분석 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용한 미역과 파래는 완도산으로 1989년 4월 시중에서 신선한 것을 구입하여 흐르는 물에서 수세한 후 -20°C 냉동고에 동결저장하면서 분석용 시료로 사용하였다.

### 지질의 추출 및 정제

시료중의 지질은 Pettitte 등<sup>11)</sup>의 방법에 따라 추출하였다. 즉, 시료를 차가운 isopropyl alcohol(IPA)과 함께 1분간 균질화한 후 70°C에서 30분간 가열한 다음 냉각 여과하고 그 잔사를 IPA, IPA : chloroform(1 : 1, v/v), chloroform순으로 세척, 흡인여과한 후 그

여액을 모아 감압농축기로 용매를 제거한 후 조지방을 얻었다. 이 조지방을 Sephadex G-25 column(1cm ID × 150cm)을 통과시켜 정제하였다. 정제한 지방질은 chloroform에 녹여 질소가스로 충전한 다음 -20°C 냉동고에 보관하면서 모든 지방질의 분석 시료로 사용하였다.

### 중성 및 극성 지방질의 분리 및 정량

정제한 지방질을 Rouser 등<sup>16)</sup>의 방법에 따라 silicic acid column chromatography에 의하여 chloroform, acetone, methanol로 용출시켜 중성지질, 당지질, 인지질 분획으로 분리하였다. 각 분획은 감압농축하여 용매를 제거한 후 중량법에 의하여 함량을 계산하였다.

### 지방산의 분석

각 시료에서 분리한 총지질, 중성지질, 당지질, 인지질 분획은 AOAC방법<sup>17)</sup>에 따라 BF<sub>3</sub>-methanol을 사용하여 methyl ester화 시킨 다음 GLC로 분석하였다.

기기는 검출기로서 FID가 부착된 Hewlett packard 5890 A terminal을 사용하였다. Column은 fused silica capillary SP-2340(30m × 0.32mm ID)를 사용하였고 oven 온도는 150°C에서 5분간 유지한 후 200°C까지 4°C/min 속도로 승온한 다음 200°C에서 20분간 유지하였다. 주입구 및 검출기 온도는 250°C로 하였고 carrier gas는 N<sub>2</sub> gas를 1.2ml/min로 하였으며 split ratio는 30 : 1로 하였다. 각 지방산은 표준 지방산 ester(Nuchek제, USA)와의 머무름 시간의 비교에 의하여 확인하였으며, 함량은 GLC에 의해 분리된 peak 면적의 상대면적비로부터 계산하였다.

### 결과 및 고찰

#### 총지질 및 중성, 극성 지방질 조성

시료로 사용한 미역과 파래의 총지질 함량 및 지방질 함량을 검토한 결과는 Table 1과 같다.

미역의 경우 총지방질 함량(dry basis)은 1.8%였으며 파래의 경우는 0.7%로 미역이 파래보다 지질 함량이 높게 나타났다. 한편 총지방질중 중성, 당, 인지질의 조성비는 미역의 경우 각각 3.5, 74.1, 22.4%로 당지질이 가장 많았고 중성지질은 3.5%로 조

**Table 1. Lipid composition of *Undaria pinnatifida* and *Enteromorpha compressa***

Species Lipids	<i>U. Pinnatifida</i>	<i>E. compressa</i>
Total lipid	1800* (100)**	700 (100)
Neutral lipid	63 (3.5)	232 (33.1)
Glycolipid	1334 (74.1)	339 (48.4)
Phospholipid	403 (22.4)	130 (18.5)

\* mg/100g dry weight

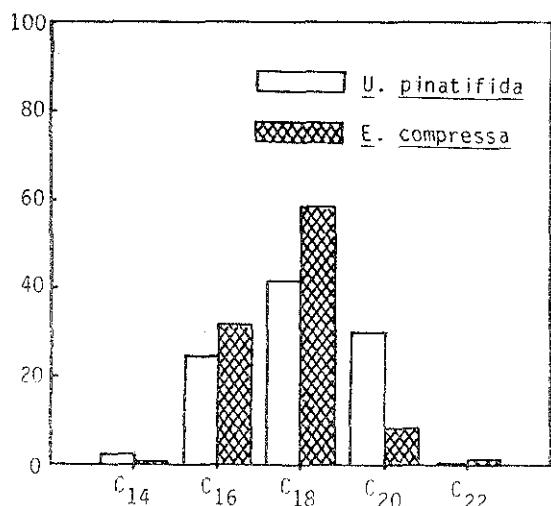
\*\* Percent of total lipid

성비가 매우 낮게 나타났다. 파래의 경우는 중성, 당, 인지질의 조성비가 33.1, 48.4, 18.5%로 당지질이 가장 많았고 중성지질, 인지질 순으로 미역과 비교해 볼 때 조성비의 순서와 비율에서 상당한 차이를 보였다.

### 지방산 조성

본 실험에 사용한 미역과 파래의 총지방질을 구성하고 있는 지방산의 탄수소에 따른 분포 pattern은 Fig. 1과 같다.

탄수에 따른 지방산의 분포는 두 시료 공히  $C_{18}$  지방산이 가장 높았으며 그 다음으로는 미역에서는  $C_{20}$  지방산이, 파래에서는  $C_{16}$  지방산이었는데 미역에서  $C_{20}$  지방산의 조성비가 높았던 것은  $C_{20}$  지방산 중 eicosapentaenoic acid ( $C_{20:5} \omega-3$ )의 함량이 미역에서는

**Fig. 1. The specific patterns of carbon numbers of component fatty acids of *Undaria pinnatifida* and *Enteromorpha compressa*.**

높았던 반면 파래에서는  $C_{16}$  지방산 중 palmitic acid ( $C_{16:0}$ )의 함량이 높았기 때문이었다. 이는 하<sup>[14,15]</sup>의 녹조류에서는 다른 해조류에 비하여  $C_{16:0}$ 의 함량이 대단히 높고 갈조류에는  $C_{16}, C_{18}$  및  $C_{20}$  지방산이 높았다는 보고와 유사한 경향이었다.

한편 미역과 파래의 중지질 및 중성, 당, 인지질의 지방산 조성은 각각 Table 2 및 Table 3과 같다.

미역의 경우 중지방질의 지방산 조성은 palmitic acid ( $C_{16:0}$ )가 22.4%로 가장 높고  $C_{20:4} \omega-6$ ,  $C_{18:4} \omega-3$ , eicosapentaenoic acid ( $C_{20:5} \omega-3$ ),  $\gamma$ -linolenic acid ( $C_{18:3} \omega-6$ ) 등이 주요 지방산으로 나타났으며 파래는 palmitic acid ( $C_{16:0}$ )가 28.4%로 가장 높았고 그 외  $\gamma$ -linolenic acid ( $C_{18:3} \omega-6$ ),  $C_{18:4} \omega-3$ , oleic acid ( $C_{18:1}$ ), eicosapentaenoic acid ( $C_{20:5} \omega-3$ )가 주된 지방산으로 미역과 비교하여 볼 때  $C_{18:3} \omega-6$ 과  $C_{20:4} \omega-6$ 의 함량비가 상당한 차이를 나타냈으며 나머지는 대체로 유사하였다. 다른 해조류의 지방산 조성과 비교해 보면 시료간 다소 차이는 있으나 대체로 해조류의 지방산은 유사한 경향을 보이고 있는데

**Table 2. Fatty acid composition of *Undaria pinnatifida* (%)**

Fatty acid	Total lipid	NL	GL	PL
14 : 0	2.4	2.1	2.2	2.6
15 : 0	0.3	0.1	-	0.5
16 : 0	22.4	22.2	19.9	25.6
17 : 0	1.1	2.6	1.2	-
18 : 0	1.2	1.2	0.8	2.5
20 : 0	1.0	0.7	0.4	1.9
22 : 0	0.1	trace	-	trace
Saturates	28.5	28.9	24.5	33.1
14 : 1	trace	0.1	-	-
16 : 1	2.2	1.5	1.0	3.2
18 : 1	7.6	4.8	7.2	9.3
Monoenes	9.8	6.4	8.2	12.5
18 : 2 $\omega-6$	7.7	6.9	7.0	9.1
18 : 3 $\omega-6$	9.2	12.7	10.5	8.3
18 : 4 $\omega-3$	15.9	18.4	23.0	3.3
20 : 2 $\omega-6$	0.2	0.2	0.3	trace
20 : 3 $\omega-6$	0.7	0.4	0.3	1.1
20 : 4 $\omega-3$	0.8	0.7	0.5	1.0
20 : 4 $\omega-6$	16.5	12.0	10.0	23.3
20 : 5 $\omega-3$	10.6	13.1	14.8	4.7
22 : 6 $\omega-3$	0.1	0.2	0.9	3.2
Polyenes	61.7	64.6	67.3	54.0
$\omega-3$ polyenes	27.4	32.4	39.2	12.2

- ; not detected, NL ; Neutral lipid, GL ; Glycolipid, PL ; Phospholipid

**Table 3. Fatty acid composition of *Enteromorpha compressa***  
(%)

Fatty acid	Total lipid	NL	GL	PL
14:0	0.6	0.7	0.5	1.5
15:0	0.2	0.2	trace	0.5
16:0	28.4	33.4	24.7	31.3
17:0	0.1	trace	-	0.3
18:0	3.1	0.8	5.3	1.5
20:0	trace	0.2	trace	0.4
22:0	0.8	2.0	0.2	0.4
Saturates	33.2	37.3	30.7	35.9
14:1	0.2	0.1	-	0.2
16:1	3.2	2.8	2.0	6.9
18:1	7.4	4.0	7.0	16.3
Monoenes	10.8	6.9	9.0	23.4
18:2 $\omega$ -6	3.7	4.7	2.8	5.3
18:3 $\omega$ -6	26.6	24.0	29.9	14.4
18:4 $\omega$ -3	17.1	15.5	19.5	7.3
20:2 $\omega$ -6	0.3	0.2	-	0.2
20:3 $\omega$ -6	trace	0.1	0.2	0.5
20:4 $\omega$ -3	1.3	1.5	1.0	1.2
20:4 $\omega$ -6	0.7	0.7	0.4	1.3
20:5 $\omega$ -3	6.0	4.6	4.9	8.3
22:6 $\omega$ -3	0.3	4.5	1.6	0.2
Polyenes	56.0	55.8	60.3	38.7
$\omega$ -3 polyenes	24.7	26.1	27.0	17.0

- ; not detected, NL ; Neutral lipid, GL ; Glycolipid, PL ; Phospholipid

C<sub>16</sub>:0, C<sub>18</sub>:1, C<sub>18</sub>:3, C<sub>18</sub>:4, C<sub>20</sub>:5가 공통된 주요 구성 지방산으로 나타났다<sup>1,11~13</sup>. 또한 미역과 파래에서 C<sub>20</sub>:4의 지방산이  $\omega$ -3형과  $\omega$ -6형 모두가 존재함이 확인되었는데 파래에서는 C<sub>20</sub>:4 지방산의 함량이 낮았지만 미역에서는 특이하게 C<sub>20</sub>:4  $\omega$ -6의 함량이 16.5%로  $\omega$ -3형보다 월등히 많이 분포하고 있었다.

미역과 파래에서 중성, 당, 인지질의 지방산 조성은 대체로 충지방질의 지방산 조성과 유사하였는데 미역의 경우 중성지질은 C<sub>16</sub>:0, C<sub>18</sub>:4, C<sub>20</sub>:5, 당지질은 C<sub>18</sub>:4, C<sub>16</sub>:0, C<sub>20</sub>:5, 인지질은 C<sub>16</sub>:0, C<sub>20</sub>:4, C<sub>18</sub>:3이 주요 지방산으로 대체로 비슷한 조성비를 나타내고 있으나 인지질에서 중성, 당지질에 비해 C<sub>18</sub>:4, C<sub>20</sub>:5가 매우 낮은 반면 C<sub>20</sub>:4의 조성비가 높은 것이 특이하였다. 파래의 경우 중성지질의 지방산 조성은 C<sub>16</sub>:0, C<sub>18</sub>:3, C<sub>18</sub>:4, 당지질은 C<sub>16</sub>:0, C<sub>18</sub>:3, C<sub>18</sub>:4, 인지질은 C<sub>16</sub>:0, C<sub>18</sub>:1, C<sub>18</sub>:4가 주요 지방산으로서 중성, 당지질에 비해 인지질에서 특이하게 C<sub>18</sub>:4의 함량이 낮고 C<sub>18</sub>:1의 함량이 높았다. 포화, monoene, polyene 지방산의 조성비는 미역의 경우 28.5%, 9.8%, 61.

7%이었으며, 파래의 경우는 33.2%, 10.8%, 56.0%로 미역, 파래 모두 polyene계 지방산의 함량이 포화 및 monoene계 지방산보다 월등히 높은 것이 특징적 이었다.

다른 갈, 녹조류에서도 포화, monoene, polyene 지방산이 각각 31~39%, 5~23%, 46~56%의 조성비를 나타내고 있는데<sup>1,11~13</sup>, 이같은 분석결과와 비교해 볼때 일반적으로 해조류는 고도불포화지방산을 다량 함유하고 있음을 알 수 있었다. 또한  $\omega$ -3계열의 고도불포화지방산은 미역이 27.4%, 파래는 24.7%로 높은 조성비를 나타내고 있으며 특히 미역, 파래 모두 중성, 당지질에서  $\omega$ -3계열의 고도불포화지방산 함량이 높게 나타났다.

이상과 같이 한국 균해에 자생하고 있는 해조류에는 지방질 함량은 비록 적지만 지상 동식물에서는 거의 존재하고 있지 않은 독특한 기능성 지방산들이 고루 함유되어 있기 때문에 삼면이 바다로 둘러싸여 있는 우리나라 실정에서는 이들 자원에 대한 새로운 인식과 더불어 종래 필수지방으로 취급되어 왔던 linoleic acid, linolenic acid, arachidonic acid의 개념에서 벗어나 각종 성인병 및 인체 성장과도 밀접한 관련성이 입증된 고도의 불포화지방산 특히  $\omega$ -3계의 지방산들의 의료용 및 식품산업에의 응용과 이를 위한 생산자원들의 탐색을 위한 연구가 체계적으로 뒤따라야 할 것으로 사료된다.

## 요 약

우리나라 균해에 자생하는 해조류인 미역 (*Undaria pinnatifida*)과 같은 파래 (*Enteromorpha compressa*)의 지방산 조성을 계통적으로 분석코자 silicic acid column chromatography와 gas liquid chromatography에 의해 검토한 결과 미역과 파래의 충지방질 함량은 각각 1.8%와 0.7%이었으며 충지방질 중 중성, 당, 인지질의 조성비는 미역은 3.5:74.1:22.4%이었고 파래는 33.1:48.4:18.5%이었다. 미역과 파래 충지방산의 조성은 각각 saturates 28.5%와 33.2%, monoenes 9.8%와 10.8%, polyenes 61.7%와 56.0%로 고도 불포화지방산의 함량이 가장 많은 비중을 차지하고 있었다.  $\omega$ -3계열의 지방산은 충지방산 조성 중 각각 27.4%와 24.7%를 차지하고 있었으며 특히 당지질에서 그 함량이 가장 높은 분포를 보였다. 미

역과 파래에 함유되어 있는  $\omega$ -3계열 지방산의 함량은  $C_{18:3}$ (15.9%와 17.1%),  $C_{20:5}$ (10.6%와 6.0%) 등에서 높았다.

## 문 헌

1. Pettitt, T. R., Jones, A. L. and Harwood, J. L. : Lipids of the marine red algae, *Chondrus crispus* and *Polysiphonia lanosa*. *Phytochemistry*, **28**, 399 (1989)
2. Ackman, R. G., Ratnayake, W. M. N. and Olsson, B. : The basic fatty acid composition of Atlantic fish oils : potential similarities useful for enrichment of polyunsaturated fatty acids by urea complexation. *JAOCs*, **65**, 136(1988)
3. Pakrashi, S. C., Dutta, P. K., Achari, B., Misra, S., Choudhury, A., Chattopadhyay, S. and Ghosh, A. : Lipids and fatty acids of the horseshoe crabs *Tachypleus gigas* and *Carcinoscorpius rotundicauda*. *Lipids*, **24**, 443(1989)
4. Joh, Y. G., Lee, K. H. and Cho, Y. J. : Lipid composition of Roe, muscle and viscera of *Liza carinata*, a species of the *Mugilidae* family. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **20**, 674(1988)
5. Simopoulos, A. P. : Summary of the NATO advanced research workshop on dietary  $\omega$ -3 and  $\omega$ -6 fatty acids : biological effects and nutritional essentiality. *J. Nutr.*, **119**, 521(1989)
6. Neuringer, M. and Connor, W. E. :  $\omega$ -3 Fatty acids in the brain and retina ; evidence for their essentiality. *Nutr. Rev.*, **44**, 285(1986)
7. 이양자 : 유지영양의 문제점과 개선방향. *식품과학과 산업*, **23**, 13(1990)
8. Dyerberg, J. and Bang, H. O. : Eicosapentaenoic acid prevention of the thrombosis and atherosclerosis. *Lancet*, **117** (1978)
9. 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)
10. Dyerberg, J. : Linolenate-derived polyunsaturated fatty acids and prevention of atherosclerosis. *Nutr. Rev.*, **44**, 125(1986)
11. Arao, T. and Yamada, M. : Positional distribution of fatty acids in galactolipids of algae. *Phytochemistry*, **27**, 805(1989)
12. Smith, K. L. and Harwood, J. L. : Lipids and lipid metabolism in the brown alga, *Fucus serratus*. *Phytochemistry*, **23**, 2469(1984)
13. Nyberg, H. and Koskimies-Soininen, K. : The glycolipid fatty acids of *Porphyridium purpureum* cultured in the presence of detergents. *Phytochemistry*, **23**, 751(1984)
14. 하봉석 : 수산물의 지질에 관한 연구(제2보) 해조류 지질의 지방산 조성에 대하여. *한수지*, **10**, 199 (1977)
15. 하봉석 : 수산물의 지질에 관한 연구(제3보) 산지별 전해태 지질의 지방산 조성에 대하여. *한수지*, **11**, 219(1978)
16. 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 glycolipid. *Lipids*, **2**, 37 (1967)
17. A. O. A. C. : *Official methods of analysis*, 13th ed., Association of official analytical chemist. Washington, D. C., p. 447(1980)

(1991년 1월 25일 접수)