

## 양식 다시마의 수심과 부위에 따른 화학적 성분 특성

신태선\*, 정 설, 도예원, 전상일, 우희철<sup>†</sup>, 김남길<sup>‡</sup>

전남대학교 식품공학영양학부

550-749 전남여수시 대학로 50

<sup>†</sup>부경대학교 화학공학과

608-739 부산광역시 남구 신선로 365

<sup>‡</sup>경상대학교 해양생명과학

650-160 경남 통영시 인평동 445

(2011년 11월 24일 접수; 2011년 12월 19일 수정본 접수; 2011년 12월 19일 채택)

## Chemical Properties of Sea Tangle (*Saccharina japonica*) Cultured in the Different Depths of Seawater

Tai Sun Shin\*, Zheng Xue, Ye Won Do, Sang Il Jeong, Hee Chul Woo<sup>†</sup>, and Nam Gil Kim<sup>‡</sup>

Division of Food Technology and Nutrition, Chonnam National University

50 Daehak-ro, Yeosu, Jeonnam, 550-749, Korea

<sup>†</sup>Department of Chemical Engineering, Pukyong National University

365 Sinseon-ro, Yongdang-dong, Nam-gu, Busan, 608-739, Korea

<sup>‡</sup>Department Marine Biology and Aquaculture, Gyeongsang National University

445 Inpyeong-dong, Tongyeong-si, Gyeongsangnam, 650-160, Korea

(Received for review November 24, 2011; Revision received December 19, 2011; Accepted December 19, 2011)

### 요 약

바이오에너지 생산을 위해 해조류 바이오매스의 대량생산 기술을 개발하기 위한 일환으로 다시마에 대한 고밀도 양식의 가능성을 시험하였다. 기장과 완도 해역양식장에서 수심을 달리하여(0.5 m, 3 m) 다시마를 양식하고 다시마의 주요 부위별 화학적 성분을 분석하여 비교하였다. 다시마의 상측 부위가 하측 부위보다 많은 조단백질 함량을 나타냈으며, 조지방은 중간 부위에 많이 함유하고 있었다( $p < 0.05$ ). 조회분은 하측부위에 많은 함량을 나타내었지만 지역 간, 계절 간의 함량 차이는 보이지 않았다( $p > 0.05$ ). 또한 대조구(0.5 m)와 수심 3 m의 다시마 간에 일반성분 조성의 차가 없었다. 구성당의 함량은 실험군에서 부위별 함량 차이는 있었으나, 부위에 따른 증감의 경향은 나타나지 않았으며 지역, 계절, 수심에 의한 뚜렷한 변화가 보이지 않았다. 모든 실험군에서 대부분의 아미노산이 다시마의 상측부위에 많이 함유하고 있었으며, 지역과 계절에 따라 일부 실험군 간에 아미노산 함량이 차이를 보였지만 수심에 따른 아미노산의 함량은 관찰되지 않았다. 지방산 함량은 부위에 따라 많고 적은 지방산들이 있었고 불포화지방산들이 하측부위보다 상측부위에 많이 함유하고 있었다. 반면 포화지방산은 하측부위에 많이 함유하고 있었다. 그러나 다시마의 양식 수심에 따라 이러한 조성들이 차이는 나타나지 않았다. 원소 N는 상측부위가 많이 함유하고 있었으며 원소 C는 실험군에 따라 원소 N과 비교하여 경향을 띠었다.

**주제어** : 다시마, 다시마 양식, 일반성분, 구성당, 아미노산, 지방산

**Abstract** : To develop the technology for cultivation of high-density seaweed, sea tangle was cultured from varying depths(0.5 m, 3 m) of seawater at Gijang and Wando area. Proximate composition, component sugar, total amino acid, fatty acid composition, and element composition of different parts of sea tangle (*Saccharina japonica*) have been examined. Significant differences were found in the amount of crude protein and ash content in lower, middle, and upper parts of algal blades. The upper parts of the sea tangle was rich in crude protein, while lower parts was rich in crude ash. Crude lipid content was higher in the middle parts than those of the other parts. The component sugars were not significantly different from all parts of algal blades. The highest content of most of the amino acids were found in the upper parts of the blades. The amount of saturated fatty acids concentrated mostly in lower parts of blades, while the content of polyunsaturated fatty acids concentrated in the upper parts. The highest N element contents were found in upper part of algal blades. However, the contents of those chemical component were not affected by the depths of seawater.

**Keywords** : Sea tangle, Cultivation of sea tangle, Proximate composition, Component sugar, Amino acid, Fatty acid

\* To whom correspondence should be addressed.  
E-mail: shints@jnu.ac.kr

## 1. 서론

석유 고갈로 인한 원유 수급의 불안정성과 개발도상국의 급격한 경제성장으로 인한 세계 에너지 소비량 증가로 선진국들은 에너지자원을 확보하기 위하여 노력을 다각도로 하고 있는 실정이다. 화석원료 자원이 전혀 없는 우리나라도 국내 실정에 맞는 지속 가능형 바이오매스를 활용한 수송용 바이오연료 개발을 통해 국내 에너지 자립과 저탄소 녹색성장 구현이 절실하나, 국내 고유의 다량 바이오매스 자원이 없고 바이오에너지에 대한 연구가 부족한 것이 현실이다.

해조류는 비식량계 바이오매스로써 경작지 잠식으로 인한 식량생산 감소 및 식량 수급 불균형 문제를 야기하지 않으며, 육상바이오매스 자원에 비해 단위면적 당 생산 수율이 높아, 해조류를 원료로 하는 바이오에너지 생산기술은 국내 실정에 매우 적합하며 경쟁력 있는 기술이라고 판단되어 진다. 더불어 해조류는 목질계 원료에서 반드시 제거해야 하는 리그닌 성분이 없어 바이오에너지 생산 공정이 간편하다는 장점을 지닌다[1].

국내외에서 식탁용 및 기능성 제품에 필요한 해조류의 양식기술은 일반화되어 있으나 바이오에너지 생산에 적합한 양식 해조류 품종 및 양식 해역에 관한 연구는 전무하다. 바이오에너지 생산을 위한 해조류의 전처리 및 당화 공정, 에너지 생산 공정에 대한 연구도 절실히 필요하지만 바이오매스의 대량 생산을 위한 해조류 품종 및 양식 적지에 대한 연구가 체계적이고 지속적으로 이루어져야 한다. 다시마는 성장속도나 단위면적 및 단위시간당 생산량이 높은 해조류로서 바이오매스 대량생산 대상종으로 분류된다[2].

해조류는 영양학적으로 열량은 매우 낮으면서 비타민과 무기질, 식이섬유소가 풍부하여 다시마, 미역 등과 같은 해조류들은 건강기능성 식품으로 인기가 높다. 특히 다시마(*Saccharina japonica* Areschoug)는 갈조류로 칼슘, 칼륨, 마그네슘 및 인산 등이 풍부하며, 인체에 필요한 수 십 종의 미량원소를 많이 함유하고 있으며 다른 해조류에 비해 요오드의 함량이 높아 건강보조제품의 원료로 각광을 받고 있다. 더불어 탄수화물 중 다당류는 그 대부분이 비 섬유당질인 alginic acid, fucoidan 및 laminaran 등의 함량이 높아[3] 혈압저하, 혈중콜레스테롤저하, 항암, 등 혈류개선 작용 및 지질대사 개선에 효과가 있는 것으로 밝혀졌다[4,5].

이러한 해조류 바이오매스의 대량생산과 이로부터 바이오에너지 및 고부가 바이오소재를 생산하기 위한 산업을 이루기 위해서는 먼저 해조류 바이오매스에 대한 충분한 데이터베이스가 구축이 되어야만 한다. 해조류 바이오매스 대량양식 해역의 적지 선정과 우수한 대상종을 선별하기 위해서는 양식해역의 영양염류 및 해조류의 구성성분의 분석이 필요하다. 또한, 청정액체연료와 기능성 식의약 제품, 고부가 바이오소재로 활용하기 위해 체계적인 해조류의 데이터베이스 구축이 필요한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 바이오에너지 생산을 위한 적정 해조류를 선정하고, 대량생산 기술을 개발하기 위한 일환으로 다시마가 많이 생산되는 기장과 완도에서 수심별로 다시마를 양식하여 다시마의 주요 화학적 성분 함량을 변화를 관찰하였다.

## 2. 실험

### 2.1. 다시마 양식 및 다시마 전처리

다시마 양식은 전라남도 완도군 금일읍 사동어촌계와 부산광역시 기장군 문동리 어촌계 어장에서 수행하였고 다시마 종묘의 크기는 5 mm전후의 유아상태로 완도 금일에서는 2010년 12월 1일에 종묘를 입식하였고, 기장에서는 2010년 12월 6일에 같은 크기의 종묘를 입식하였다. 양식은 일반적으로 어민들이 수행하고 있는 표층 0.5 m 수층을 대조구로 하고 3 m 수심에서 양성시험을 수행하였다. 시료 채취는 3월과 4월에 시험양성중인 다시마를 0.5 m와 3 m 수층에서 한 클러스터씩 채취하여 실험실로 운반한 후, 조체의 염장을 측정하였다. 기장 다시마의 3월과 4월에 조체는 수돗물로 세척하고 조체 표면의 이물질을 제거하였다. 염장의 길이를 정확히 3등분하여 상, 중, 하(기저부: basal part)로 절단하고, 그늘에서 건조대를 이용하여 예비건조 한 후, 작은 조각으로 잘라 다시 동결건조기로 48시간 이상 건조하였다. 수분함량이 10% 내외로 건조하여 분말화하고, 각 다시마 분말은 3 등분하여(500 g) 3회 반복 시료로 사용하였다.

### 2.2. 일반성분 분석

일반성분 분석은 AOAC[6] 방법에 따라 분석하였다. 즉 수분은 105 °C 건조법, 조회분은 550 °C 직접회화법, 조단백은 micro-Kjeldahl법, Folch et al.[7]의 방법, 탄수화물은 100에서 수분, 조지방, 조단백질, 조회분등을 뺀 값으로 하였다.

### 2.3. 구성당 분석

다시마 100 mg을 15 mL 시험관에 넣고 여기에 2 M HCl을 5.0 mL 가한 후 혼합하였다. 시험관 내부의 공기를 질소(N<sub>2</sub>) gas로 치환하고 마개를 하여 100 °C로 가온된 가열블록에서 5시간 가열하여 가수분해 하였다[8]. 가수분해 된 시료를 냉각하고 2 N NaOH를 5.0 mL 가하여 시료를 중화한 후 6000 rpm (650 x g)으로 30분간 원심분리하고, 상등액 3 mL를 취하여 0.45 µm membrane filter로 여과하고 구성당의 분석 시료로 사용하였다. 다시마의 구성당은 Table 1의 분석 조건에 따라 HPLC (Prominence HPLC, Shimadzu Co, Ltd. Kyoto, Japan)로 분석하였다[9].

**Table 1.** HPLC operating conditions for component sugars

	Condition
Column	Shim-pack ISA-07 (4.0 mm × 250 mm)
Mobile phase	A: potassium borate (pH 8) B: potassium borate (pH 9)
Flow rate	0.6 mL/min, gradient
Reagent	1% arginine in 3% boric acid (0.5 mL)
Reaction temperature	150 °C
Detector	Fluorescence detector (Ex=320, Em=430)
Oven temperature	65 °C

## 2.4. 총아미노산 분석

총아미노산의 분석은 ampoule에 분쇄한 시료 0.5 g과 6 N HCl 용액 15 mL를 각각 가한 후 진공 pump를 이용하여 진공 하에서 밀봉하여 110 °C에서 24시간 가수분해하고 45 °C에서 감압농축하여 산을 완전히 증발시킨 후, 구연산나트륨 완충 용액 (pH 2.2)을 사용하여 25 mL로 희석한 다음, 0.45 µm membrane filter로 여과하여 분석시료로 사용하였다. 총아미노산 분석은 아미노산 자동분석기 (Shimadzu Co, Ltd. Kyoto, Japan)를 사용하여 형광검출기를 이용하는 OPA (O-phthalaldehyde) 법으로 측정하였다. Column은 Shim-pack AMINO-Na (6.0×100 mm), buffer flow rate는 0.6 mL/min, OPA reagent flow rate는 0.3 mL로 설정하여 분석하였으며 형광검출기의 excitation 파장은 350 nm와 emission 파장은 450 nm를 사용하였다[9].

## 2.5. 지방산조성 분석

다시마의 지방 추출은 Folch et al.[7]의 방법에 따라 시료 50 g을 homogenizer (Tissue grinder, IKA, Germany)로 마쇄한 후 chloroform-methanol (2:1, v/v) 용액을 시료의 약 10배량 가하고 혼합하고 냉암소에서 하룻밤 방치한 후 상등액을 제거하고 하층 chloroform 부분을 무수 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 탈수 여과시켜 추출하였다. 3회 추출 후 농축기로 농축하여 얻어진 지질을 15% BF<sub>3</sub>-methanol 용액을 사용하는 AOAC[6] 법에 따라 methylation을 하였다. 지방산 분석은 gas chromatography (Shimadzu GC-2010, Shimadzu Co, Ltd. Kyoto, Japan)를 사용하였으며 column은 SP-2560 (100 m × 0.25 mm id × 0.2 µm film thickness, Supelco Inc., Bellefonte, USA)과 oven의 온도는 150 °C에서 5분간 머물고 3 °C/min로 상승시켜 250 °C에서 5분간 유지하였다[9]. 운반기체는 helium을 사용하여 18 cm/s로 유속을 설정하였으며 split rate는 1:50으로 하였다. FID (flame ionization detector)로 지방산을 검출하였고 이때 injection port와 FID의 온도는 각각 270 °C와 250 °C로 하였다. 표준물질은 37 지방산 혼합물

(Supelco 37 Component FAME Mix, Sigma-Aldrich Co., Bellefonte, PA, USA).

## 2.6. 원소분석

다시마의 원소분석(C, H, N, S)은 Flash FA 1112 (Finnegan) 원소분석기를 사용하였다. 분석조건은 He와 O<sub>2</sub>를 각각 130 mL/min과 100 mL/min을 사용하였으며 오븐온도는 50 °C를 사용하였다.

## 2.7. 통계처리

모든 실험은 3회 반복하여 평균치로 나타내었으며, 유의성 검증은 SPSS (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software package (17)를 사용하여 p<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test로 유의성을 검증하였다[10].

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 일반성분

기장과 완도에서 수심 0.5 m(대조군)와 3 m에서 양식한 다시마를 상·중·하로 나누어 분석한 결과 조단백질 함량은 상층 부분이 하층부분 보다 유의적으로 높게 나타났다 (p<0.05) (Table 2, 3). 해조류의 조단백질함량은 같은 종류에 있어서도 생육장소, 해수 중의 영양염류 등에 따라 변한다[11]. 기장과 완도의 생육장소에 따른 조단백질함량의 차이는 대조군과 3 m에서 나타나지 않았다. 지방은 기장 3월 대조군을 제외한 모든 시료에서 중>상=하 순서로 유의적인 함량 차이를 보였다 (p<0.05). 이 결과는 Khotimchenko and Kulikova[12]의 연구에서 다시마의 지방산을 분석하기 위하여 상·중·하로 3등분하여 실험한 결과와 유사하였다. 조회분은 대부분의 다시마에서 하>중=상 순서로 함유하고 있었다(p<0.05). Choi et al.[13]은 다시마의 일반성분 분석에서 조단백질 및 조회분의 함량이 다른 연구와 비교할 때 다른 결과가 나타났다고 하였다.

**Table 2.** Proximate composition(%) in the different parts of dried sea tangle (*Saccharina japonica*) cultured in 0.5 m depth of water at Gijang and Wando area<sup>a</sup>

Area	Proximate composition	Mar			Apr		
		Upper	Middle	Lower	Upper	Middle	Lower
Gijang	Moisture	10.63 ± 0.51 <sup>a</sup>	10.93 ± 0.46 <sup>a</sup>	10.46 ± 0.50 <sup>a</sup>	10.13 ± 0.46 <sup>a</sup>	10.23 ± 0.44 <sup>a</sup>	10.38 ± 0.49 <sup>a</sup>
	Crude protein	10.22 ± 0.49 <sup>a</sup>	8.62 ± 0.37 <sup>b</sup>	6.79 ± 0.30 <sup>c</sup>	8.67 ± 0.39 <sup>a</sup>	8.02 ± 0.39 <sup>a</sup>	6.13 ± 0.26 <sup>b</sup>
	Crude fat	1.54 ± 0.07 <sup>a</sup>	1.58 ± 0.07 <sup>a</sup>	1.18 ± 0.05 <sup>b</sup>	1.04 ± 0.05 <sup>c</sup>	1.81 ± 0.07 <sup>a</sup>	1.20 ± 0.05 <sup>b</sup>
	Ash	16.05 ± 0.78 <sup>b</sup>	16.92 ± 0.68 <sup>b</sup>	20.68 ± 0.85 <sup>a</sup>	16.85 ± 0.78 <sup>b</sup>	17.90 ± 0.75 <sup>b</sup>	20.43 ± 0.92 <sup>a</sup>
	Carbohydrate	61.56 ± 2.94 <sup>a</sup>	61.95 ± 2.61 <sup>a</sup>	60.90 ± 2.55 <sup>a</sup>	63.30 ± 2.91 <sup>a</sup>	62.05 ± 2.63 <sup>a</sup>	61.86 ± 2.87 <sup>a</sup>
Wando	Moisture	10.33 ± 0.48 <sup>a</sup>	10.26 ± 0.43 <sup>a</sup>	10.94 ± 0.46 <sup>a</sup>	10.31 ± 0.47 <sup>a</sup>	10.82 ± 0.48 <sup>a</sup>	10.23 ± 0.45 <sup>a</sup>
	Crude protein	10.72 ± 0.45 <sup>a</sup>	8.71 ± 0.38 <sup>b</sup>	5.18 ± 0.25 <sup>c</sup>	8.48 ± 0.37 <sup>a</sup>	7.29 ± 0.32 <sup>b</sup>	6.77 ± 0.30 <sup>b</sup>
	Crude fat	2.09 ± 0.10 <sup>b</sup>	2.75 ± 0.11 <sup>a</sup>	2.21 ± 0.09 <sup>b</sup>	1.43 ± 0.06 <sup>b</sup>	1.88 ± 0.09 <sup>a</sup>	1.35 ± 0.06 <sup>b</sup>
	Ash	15.20 ± 0.70 <sup>b</sup>	18.16 ± 0.78 <sup>a</sup>	18.69 ± 0.76 <sup>a</sup>	16.26 ± 0.66 <sup>b</sup>	17.47 ± 0.85 <sup>b</sup>	19.87 ± 0.88 <sup>a</sup>
	Carbohydrate	61.67 ± 2.83 <sup>a</sup>	60.12 ± 2.89 <sup>a</sup>	62.99 ± 2.55 <sup>a</sup>	63.52 ± 2.73 <sup>a</sup>	62.54 ± 2.94 <sup>a</sup>	61.78 ± 2.49 <sup>a</sup>

<sup>a</sup>Mean (n=3) values followed by the same letter within a row were not significantly different at p<0.05 according to Duncan's multiple range test.

**Table 3.** Proximate composition(%) in the different parts of dried sea tangle (*Saccharina japonica*) cultured in 3 m depth of water at Gijang and Wando area<sup>a</sup>

Area	Proximate composition	Mar			Apr		
		Upper	Middle	Lower	Upper	Middle	Lower
Gijang	Moisture	10.25 ± 0.43 <sup>a</sup>	10.69 ± 0.51 <sup>a</sup>	10.48 ± 0.44 <sup>a</sup>	10.51 ± 0.45 <sup>a</sup>	10.69 ± 0.51 <sup>a</sup>	10.73 ± 0.46 <sup>a</sup>
	Crude protein	9.18 ± 0.39 <sup>a</sup>	7.85 ± 0.35 <sup>b</sup>	7.32 ± 0.30 <sup>b</sup>	8.49 ± 0.42 <sup>a</sup>	7.10 ± 0.30 <sup>b</sup>	6.52 ± 0.30 <sup>b</sup>
	Crude fat	0.77 ± 0.03 <sup>b</sup>	0.87 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.57 ± 0.03 <sup>c</sup>	1.46 ± 0.06 <sup>b</sup>	1.80 ± 0.08 <sup>a</sup>	1.59 ± 0.08 <sup>b</sup>
	Ash	16.28 ± 0.66 <sup>b</sup>	17.52 ± 0.72 <sup>b</sup>	19.83 ± 0.92 <sup>a</sup>	16.62 ± 0.70 <sup>b</sup>	18.02 ± 0.81 <sup>b</sup>	20.35 ± 0.93 <sup>a</sup>
	Carbohydrate	63.53 ± 2.68 <sup>a</sup>	63.07 ± 2.64 <sup>a</sup>	61.79 ± 2.93 <sup>a</sup>	62.92 ± 2.67 <sup>a</sup>	62.39 ± 2.90 <sup>a</sup>	60.81 ± 2.93 <sup>a</sup>
Wando	Moisture	10.53 ± 0.45 <sup>a</sup>	10.69 ± 0.45 <sup>a</sup>	10.73 ± 0.53 <sup>a</sup>	10.34 ± 0.46 <sup>a</sup>	10.35 ± 0.46 <sup>a</sup>	10.69 ± 0.51 <sup>a</sup>
	Crude protein	9.84 ± 0.42 <sup>a</sup>	8.18 ± 0.40 <sup>b</sup>	6.91 ± 0.34 <sup>c</sup>	8.43 ± 0.37 <sup>a</sup>	7.83 ± 0.35 <sup>a</sup>	6.81 ± 0.31 <sup>b</sup>
	Crude fat	1.72 ± 0.07 <sup>b</sup>	1.97 ± 0.08 <sup>a</sup>	1.65 ± 0.08 <sup>b</sup>	1.47 ± 0.07 <sup>b</sup>	1.80 ± 0.08 <sup>a</sup>	1.29 ± 0.06 <sup>c</sup>
	Ash	15.02 ± 0.64 <sup>c</sup>	16.25 ± 0.66 <sup>b</sup>	18.62 ± 0.79 <sup>a</sup>	17.56 ± 0.86 <sup>b</sup>	18.33 ± 0.81 <sup>b</sup>	20.95 ± 0.90 <sup>a</sup>
	Carbohydrate	62.90 ± 3.03 <sup>a</sup>	62.91 ± 2.55 <sup>a</sup>	62.09 ± 2.52 <sup>a</sup>	62.20 ± 2.92 <sup>a</sup>	61.69 ± 2.48 <sup>a</sup>	60.27 ± 2.79 <sup>a</sup>

<sup>a</sup>Mean (n=3) values followed by the same letter within a row were not significantly different at p<0.05 according to Duncan's multiple range test.

이러한 결과는 다시마 채취 지역과 시기가 다른 이유에서도 이러한 결과가 나타날 수 있지만 다시마 조체의 전부를 시료로 사용하지 않고 일부분을 사용함으로써 나타날 수도 있음을 본 연구에서 보여준다. 계절과 지역에 따른 일반성분의 함량 차이는 부위별 차이에 비해 유의적 차이를 나타내지 않았다 (p>0.05).

### 3.2. 구성당

다시마의 구성당은 일반적으로 fucose, galactose, glucose,

mannose 등의 순서로 함유하고 있었다(Table 4, 5). 해조류의 다당류는 세포벽골격다당류, 세포간점질다당류, 저장다당류로 분류할 수 있는데, 다시마를 2 M HCl로 가수분해하여 얻어진 단당류는 대부분 저장다당류로부터 분해된 것으로 판단된다[11]. 기장과 완도의 대부분 다시마에서 부위별에 따른 각 구성당의 함량 차이는 있었으나(p<0.05) 일반성분과 같이 특징적 경향성은 띠지 않았다. Fucose의 함량은 모든 시료 군에서 기장산이 완도산보다 높은 함량을 보였다(p<0.05). 대조구와 3 m 수심에서 양식한 다시마 간의 각 구성당의 함량은

**Table 4.** The Variation of component sugar in the different parts of dried sea tangle (*Saccharina japonica*) cultured in 0.5 m depth of water at Gijang area<sup>a</sup>

Area	Sugar	Mar			Apr		
		Upper	Middle	Lower	Upper	Middle	Lower
Gijang	Rhamnose	0.07 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.07 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.09 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.07 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.07 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.09 ± 0.00 <sup>a</sup>
	Ribose	0.11 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.12 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.09 ± 0.00 <sup>c</sup>	0.12 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.09 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.08 ± 0.00 <sup>c</sup>
	Mannose	0.60 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.54 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.51 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.72 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.56 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.67 ± 0.02 <sup>b</sup>
	Fucose	4.55 ± 0.11 <sup>a</sup>	4.39 ± 0.14 <sup>a</sup>	3.56 ± 0.09 <sup>b</sup>	5.15 ± 0.13 <sup>a</sup>	4.56 ± 0.09 <sup>c</sup>	4.80 ± 0.12 <sup>b</sup>
	Galactose	2.29 ± 0.06 <sup>a</sup>	2.08 ± 0.04 <sup>b</sup>	1.41 ± 0.04 <sup>c</sup>	2.29 ± 0.05 <sup>a</sup>	1.84 ± 0.05 <sup>b</sup>	1.76 ± 0.04 <sup>b</sup>
	Xylose	0.26 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.29 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.17 ± 0.00 <sup>c</sup>	0.18 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.15 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.15 ± 0.00 <sup>b</sup>
	Glucose	0.69 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.60 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.62 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.70 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.61 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.73 ± 0.02 <sup>a</sup>
	Total	8.57 ± 0.19 <sup>a</sup>	8.08 ± 0.18 <sup>b</sup>	6.44 ± 0.16 <sup>c</sup>	9.22 ± 0.25 <sup>a</sup>	7.90 ± 0.17 <sup>b</sup>	8.28 ± 0.26 <sup>b</sup>
Wando	Rhamnose	0.09 ± 0.00 <sup>c</sup>	0.10 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.20 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.07 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.04 ± 0.00 <sup>c</sup>	0.09 ± 0.00 <sup>a</sup>
	Ribose	0.14 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.11 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.05 ± 0.00 <sup>c</sup>	0.09 ± 0.00 <sup>c</sup>	0.08 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.11 ± 0.00 <sup>a</sup>
	Mannose	0.64 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.63 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.75 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.79 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.75 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.68 ± 0.02 <sup>c</sup>
	Fucose	2.84 ± 0.07 <sup>b</sup>	2.65 ± 0.06 <sup>c</sup>	3.46 ± 0.08 <sup>a</sup>	2.88 ± 0.07 <sup>a</sup>	2.88 ± 0.07 <sup>a</sup>	2.99 ± 0.07 <sup>a</sup>
	Galactose	2.02 ± 0.05 <sup>a</sup>	1.62 ± 0.02 <sup>b</sup>	1.30 ± 0.03 <sup>c</sup>	2.00 ± 0.06 <sup>a</sup>	1.80 ± 0.04 <sup>b</sup>	1.63 ± 0.04 <sup>c</sup>
	Xylose	0.32 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.29 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.24 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.25 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.30 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.35 ± 0.01 <sup>a</sup>
	Glucose	0.55 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.58 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.87 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.77 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.69 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.71 ± 0.02 <sup>b</sup>
	Total	6.60 ± 0.13 <sup>b</sup>	5.97 ± 0.13 <sup>c</sup>	6.87 ± 0.11 <sup>a</sup>	6.85 ± 0.16 <sup>a</sup>	6.55 ± 0.21 <sup>a</sup>	6.56 ± 0.15 <sup>a</sup>

<sup>a</sup>Mean (n=3) values followed by the same letter within a row were not significantly different at p<0.05 according to Duncan's multiple range test.

**Table 5.** The Variation of component sugar in the different parts of dried sea tangle (*Saccharina japonica*) cultured in 3 m depth of water at Gijang area<sup>a</sup>

Area	Sugar	Mar			Apr		
		Upper	Middle	Lower	Upper	Middle	Lower
Gijang	Rhamnose	0.07 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.07 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.10 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.04 ± 0.00 <sup>c</sup>	0.09 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.11 ± 0.00 <sup>a</sup>
	Ribose	0.11 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.08 ± 0.00 <sup>c</sup>	0.09 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.12 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.11 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.10 ± 0.00 <sup>c</sup>
	Mannose	0.62 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.46 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.50 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.65 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.65 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.63 ± 0.01 <sup>a</sup>
	Fucose	4.42 ± 0.11 <sup>a</sup>	3.85 ± 0.09 <sup>b</sup>	3.78 ± 0.10 <sup>b</sup>	5.22 ± 0.13 <sup>a</sup>	4.91 ± 0.11 <sup>b</sup>	4.68 ± 0.09 <sup>c</sup>
	Galactose	1.86 ± 0.05 <sup>a</sup>	1.36 ± 0.03 <sup>b</sup>	1.43 ± 0.03 <sup>b</sup>	2.28 ± 0.05 <sup>a</sup>	2.04 ± 0.05 <sup>b</sup>	1.76 ± 0.02 <sup>c</sup>
	Xylose	0.20 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.15 ± 0.00 <sup>c</sup>	0.19 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.21 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.21 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.26 ± 0.00 <sup>a</sup>
	Glucose	0.55 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.46 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.67 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.64 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.72 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.73 ± 0.02 <sup>a</sup>
	Total	7.83 ± 0.20 <sup>a</sup>	6.44 ± 0.16 <sup>b</sup>	6.76 ± 0.16 <sup>b</sup>	9.17 ± 0.29 <sup>a</sup>	8.73 ± 0.26 <sup>ab</sup>	8.25 ± 0.19 <sup>b</sup>
Wando	Rhamnose	0.08 ± 0.00 <sup>c</sup>	0.10 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.16 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.10 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.10 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.13 ± 0.00 <sup>a</sup>
	Ribose	0.09 ± 0.00 <sup>c</sup>	0.12 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.13 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.12 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.10 ± 0.00 <sup>c</sup>	0.11 ± 0.00 <sup>b</sup>
	Mannose	0.72 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.84 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.74 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.84 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.79 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.79 ± 0.02 <sup>b</sup>
	Fucose	2.89 ± 0.07 <sup>c</sup>	3.53 ± 0.07 <sup>b</sup>	4.45 ± 0.12 <sup>a</sup>	4.50 ± 0.10 <sup>b</sup>	4.80 ± 0.13 <sup>a</sup>	5.00 ± 0.14 <sup>a</sup>
	Galactose	1.97 ± 0.04 <sup>b</sup>	2.10 ± 0.06 <sup>a</sup>	1.97 ± 0.05 <sup>b</sup>	2.84 ± 0.07 <sup>a</sup>	2.33 ± 0.03 <sup>b</sup>	2.25 ± 0.03 <sup>b</sup>
	Xylose	0.27 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.43 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.47 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.48 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.52 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.62 ± 0.01 <sup>a</sup>
	Glucose	0.58 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.80 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.92 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.66 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.64 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.81 ± 0.01 <sup>a</sup>
	Total	6.61 ± 0.11 <sup>c</sup>	7.92 ± 0.17 <sup>b</sup>	8.84 ± 0.16 <sup>a</sup>	9.54 ± 0.22 <sup>a</sup>	9.29 ± 0.22 <sup>a</sup>	9.72 ± 0.19 <sup>a</sup>

<sup>a</sup>Mean (n=3) values followed by the same letter within a row were not significantly different at p<0.05 according to Duncan's multiple range test.

차이는 부위별, 지역별, 채취시기별에 따라 유의적으로 함량 차이 나타났다(p<0.05). 3월과 4월에 채취한 기장 다시마의 경우 fucose, galactose, glucose는 상측 부위가 하측 부위보다 유의적으로 높은 함량을 나타내었으나 중간 부위와는 유의적 차이를 나타내지 않았다(p<0.05). 반면, 완도 다시마의 하측 부위는 fucose, mannose, glucose 함량이 상측 부위 보다 많은 함량을

나타내어(p<0.05) 지역간에 다른 단당류의 함량에서 양상을 보여 주었다.

### 3.3. 총아미노산

다시마의 주요 아미노산은 glutamic acid, aspartic acid, leucine, alanine, glycine, valine, phenylalanine이었으며 cystine은

**Table 6.** The Variation of total amino acid contents in the different parts of dried sea tangle (*Saccharina japonica*) cultured in 0.5 m depth of water at Gijang and Wando area<sup>a</sup>

Area	Amino acid	Mar			Apr		
		Upper	Middle	Lower	Upper	Middle	Lower
Gijang	Aspartic acid	1639.67 ± 48.30 <sup>a</sup>	1520.91 ± 36.38 <sup>b</sup>	1108.37 ± 21.34 <sup>c</sup>	1598.31 ± 36.68 <sup>a</sup>	1498.29 ± 41.54 <sup>b</sup>	1149.49 ± 24.46 <sup>c</sup>
	Threonine	790.79 ± 17.55 <sup>a</sup>	732.30 ± 14.60 <sup>b</sup>	640.14 ± 13.62 <sup>c</sup>	770.84 ± 17.86 <sup>a</sup>	721.41 ± 16.43 <sup>b</sup>	663.89 ± 15.23 <sup>c</sup>
	Serine	761.51 ± 17.23 <sup>a</sup>	701.65 ± 15.04 <sup>b</sup>	569.91 ± 7.23 <sup>c</sup>	742.30 ± 17.86 <sup>a</sup>	691.22 ± 8.25 <sup>b</sup>	591.05 ± 11.79 <sup>c</sup>
	Glutamic acid	1862.09 ± 46.70 <sup>a</sup>	1737.45 ± 54.87 <sup>b</sup>	1272.03 ± 30.37 <sup>c</sup>	1815.11 ± 45.48 <sup>a</sup>	1711.61 ± 33.34 <sup>b</sup>	1319.22 ± 34.64 <sup>c</sup>
	Proline	654.50 ± 18.17 <sup>a</sup>	600.91 ± 12.09 <sup>b</sup>	440.15 ± 12.56 <sup>c</sup>	637.99 ± 15.00 <sup>a</sup>	591.97 ± 15.03 <sup>b</sup>	456.48 ± 9.26 <sup>c</sup>
	Glycine	928.82 ± 19.35 <sup>a</sup>	858.62 ± 21.23 <sup>b</sup>	677.57 ± 17.98 <sup>c</sup>	905.39 ± 17.23 <sup>a</sup>	845.85 ± 17.86 <sup>b</sup>	702.70 ± 11.67 <sup>c</sup>
	Alanine	1127.74 ± 29.93 <sup>a</sup>	1046.34 ± 29.00 <sup>b</sup>	812.16 ± 17.94 <sup>c</sup>	1099.29 ± 12.11 <sup>a</sup>	1030.78 ± 20.81 <sup>b</sup>	842.29 ± 16.93 <sup>c</sup>
	Valine	882.23 ± 18.51 <sup>a</sup>	818.30 ± 19.51 <sup>b</sup>	620.15 ± 19.54 <sup>c</sup>	859.97 ± 18.33 <sup>a</sup>	806.13 ± 17.52 <sup>b</sup>	643.15 ± 15.25 <sup>c</sup>
	Methionine	390.27 ± 12.40 <sup>a</sup>	344.16 ± 7.96 <sup>b</sup>	230.94 ± 5.29 <sup>c</sup>	380.42 ± 8.72 <sup>a</sup>	339.04 ± 7.73 <sup>b</sup>	239.51 ± 5.27 <sup>c</sup>
	Isoleucine	723.97 ± 15.20 <sup>a</sup>	659.57 ± 15.76 <sup>b</sup>	488.08 ± 14.74 <sup>c</sup>	705.70 ± 19.60 <sup>a</sup>	649.76 ± 13.61 <sup>b</sup>	506.19 ± 12.80 <sup>c</sup>
	Leucine	1362.59 ± 33.50 <sup>a</sup>	1243.28 ± 24.40 <sup>b</sup>	917.05 ± 23.57 <sup>c</sup>	1328.22 ± 38.64 <sup>a</sup>	1224.79 ± 23.01 <sup>b</sup>	951.07 ± 27.86 <sup>c</sup>
	Tyrosine	371.06 ± 8.46 <sup>a</sup>	322.99 ± 8.62 <sup>b</sup>	204.94 ± 4.23 <sup>c</sup>	361.70 ± 7.37 <sup>a</sup>	318.19 ± 7.43 <sup>b</sup>	212.54 ± 4.74 <sup>c</sup>
	Phenylalanine	813.00 ± 16.00 <sup>a</sup>	744.44 ± 16.99 <sup>b</sup>	536.00 ± 14.99 <sup>c</sup>	792.49 ± 18.43 <sup>a</sup>	733.36 ± 22.97 <sup>b</sup>	555.89 ± 12.74 <sup>c</sup>
	Histidine	398.11 ± 9.10 <sup>b</sup>	360.38 ± 10.25 <sup>c</sup>	424.99 ± 10.37 <sup>a</sup>	388.07 ± 11.09 <sup>b</sup>	355.02 ± 8.10 <sup>c</sup>	440.76 ± 10.83 <sup>a</sup>
	Lysine	787.63 ± 20.95 <sup>a</sup>	744.15 ± 16.42 <sup>b</sup>	568.31 ± 17.99 <sup>c</sup>	767.76 ± 24.19 <sup>a</sup>	733.08 ± 14.43 <sup>a</sup>	589.39 ± 13.00 <sup>b</sup>
	Arginine	716.24 ± 15.61 <sup>a</sup>	669.53 ± 15.70 <sup>b</sup>	594.26 ± 12.73 <sup>c</sup>	698.17 ± 15.92 <sup>a</sup>	659.58 ± 15.08 <sup>b</sup>	616.31 ± 12.16 <sup>c</sup>
	Total	14210.26 ± 261.02 <sup>a</sup>	13104.99 ± 308.65 <sup>b</sup>	10105.63 ± 176.01 <sup>c</sup>	13851.74 ± 244.70 <sup>a</sup>	12910.06 ± 266.05 <sup>b</sup>	10479.93 ± 171.19 <sup>c</sup>

	Aspartic acid	1807.39 ± 47.98 <sup>a</sup>	1488.44 ± 39.10 <sup>b</sup>	817.11 ± 28.79 <sup>c</sup>	1554.75 ± 26.80 <sup>a</sup>	1409.10 ± 38.72 <sup>b</sup>	1088.14 ± 19.96 <sup>c</sup>
	Threonine	871.68 ± 30.71 <sup>a</sup>	716.67 ± 20.45 <sup>b</sup>	471.92 ± 19.37 <sup>c</sup>	749.83 ± 15.83 <sup>a</sup>	678.47 ± 12.29 <sup>b</sup>	628.45 ± 14.94 <sup>c</sup>
	Serine	839.40 ± 20.14 <sup>a</sup>	686.67 ± 18.99 <sup>b</sup>	420.15 ± 16.21 <sup>c</sup>	722.07 ± 20.15 <sup>a</sup>	650.07 ± 13.97 <sup>b</sup>	559.51 ± 14.98 <sup>c</sup>
	Glutamic acid	2052.56 ± 60.39 <sup>a</sup>	1700.36 ± 47.46 <sup>b</sup>	937.76 ± 33.23 <sup>c</sup>	1765.64 ± 37.16 <sup>a</sup>	1609.72 ± 29.49 <sup>b</sup>	1248.81 ± 26.70 <sup>c</sup>
	Proline	721.45 ± 19.33 <sup>a</sup>	588.08 ± 17.05 <sup>b</sup>	324.49 ± 14.91 <sup>c</sup>	620.60 ± 16.17 <sup>a</sup>	556.74 ± 13.54 <sup>b</sup>	432.12 ± 11.22 <sup>c</sup>
	Glycine	1023.83 ± 26.06 <sup>a</sup>	840.29 ± 25.37 <sup>b</sup>	499.51 ± 12.04 <sup>c</sup>	880.71 ± 24.30 <sup>a</sup>	795.50 ± 22.30 <sup>b</sup>	665.20 ± 12.20 <sup>c</sup>
	Alanine	1243.10 ± 34.74 <sup>a</sup>	1024.00 ± 29.00 <sup>b</sup>	598.73 ± 17.86 <sup>c</sup>	1069.33 ± 14.05 <sup>a</sup>	969.42 ± 12.77 <sup>b</sup>	797.33 ± 9.23 <sup>c</sup>
	Valine	972.47 ± 26.99 <sup>a</sup>	800.83 ± 10.63 <sup>b</sup>	457.18 ± 13.12 <sup>c</sup>	836.54 ± 17.36 <sup>a</sup>	758.15 ± 8.42 <sup>b</sup>	608.83 ± 15.62 <sup>c</sup>
Wando	Methionine	430.19 ± 13.32 <sup>a</sup>	336.81 ± 4.18 <sup>b</sup>	170.26 ± 7.77 <sup>c</sup>	370.05 ± 8.87 <sup>a</sup>	318.86 ± 6.38 <sup>b</sup>	226.73 ± 4.71 <sup>c</sup>
	Isoleucine	798.02 ± 12.26 <sup>a</sup>	645.49 ± 16.57 <sup>b</sup>	359.82 ± 9.74 <sup>c</sup>	686.47 ± 17.69 <sup>a</sup>	611.08 ± 13.88 <sup>b</sup>	479.17 ± 9.71 <sup>c</sup>
	Leucine	1501.97 ± 52.87 <sup>a</sup>	1216.74 ± 33.63 <sup>b</sup>	676.06 ± 24.77 <sup>c</sup>	1292.02 ± 27.85 <sup>a</sup>	1151.89 ± 28.80 <sup>b</sup>	900.31 ± 30.35 <sup>c</sup>
	Tyrosine	409.02 ± 10.78 <sup>a</sup>	316.10 ± 10.58 <sup>b</sup>	151.08 ± 5.68 <sup>c</sup>	351.84 ± 9.38 <sup>a</sup>	299.25 ± 7.37 <sup>b</sup>	201.20 ± 5.92 <sup>c</sup>
	Phenylalanine	896.17 ± 23.00 <sup>a</sup>	728.54 ± 25.54 <sup>b</sup>	395.15 ± 9.91 <sup>c</sup>	770.90 ± 26.72 <sup>a</sup>	689.71 ± 12.07 <sup>b</sup>	526.22 ± 12.50 <sup>c</sup>
	Histidine	438.84 ± 15.35 <sup>a</sup>	352.69 ± 8.66 <sup>b</sup>	313.31 ± 9.22 <sup>c</sup>	377.49 ± 7.721 <sup>b</sup>	333.89 ± 5.99 <sup>c</sup>	417.23 ± 8.67 <sup>a</sup>
	Lysine	868.20 ± 20.10 <sup>a</sup>	728.27 ± 23.00 <sup>b</sup>	418.96 ± 6.24 <sup>c</sup>	746.84 ± 16.67 <sup>a</sup>	689.45 ± 18.03 <sup>b</sup>	557.93 ± 12.55 <sup>c</sup>
	Arginine	789.51 ± 25.19 <sup>a</sup>	655.24 ± 19.19 <sup>b</sup>	438.10 ± 17.01 <sup>c</sup>	679.15 ± 20.72 <sup>a</sup>	620.32 ± 20.07 <sup>b</sup>	583.41 ± 15.02 <sup>b</sup>
	Total	15663.77 ± 294.39 <sup>a</sup>	12825.22 ± 168.95 <sup>b</sup>	7449.57 ± 201.39 <sup>c</sup>	10447.58 ± 283.93 <sup>a</sup>	9403.97 ± 229.49 <sup>b</sup>	7644.48 ± 190.18 <sup>c</sup>

<sup>a</sup>Mean (n=3) values followed by the same letter within a row were not significantly different at p<0.05 according to Duncan's multiple range test.

모든 실험구에서 검출되지 않았다(Table 6, 7). Glutamic acid와 aspartic acid가 총아미노산의 약 20% 이상을 차지하였다. 해조 단백질의 구성아미노산은 일반적으로 alanine, aspartic acid, glycine, proline과 같은 중성 및 산성아미노산이 많은 것으로 알려져 있으나[11] 다시마는 glycine과 proline함량이 대체로 낮게 함유하고 있었다. 함황아미노산 cystine과 cysteine은

검출되지 않았으며, methionine은 적은 함유량을 보였다(Table 6, 7). 또한, histidine과 tyrosine은 methionine과 유사한 함유량을 보였다(Table 6). 모든 실험구의 다시마에서 glutamic acid, aspartic acid, leucine, alanine, valine 등 아미노산은 상>중>하순서로 감소하는 경향을 보여 총 아미노산 함량도 같은 경향을 띠었다(p<0.05). 대조구(0.5 m) 완도 다시마는 3월보다 4월의

**Table 7.** The Variation of total amino acid contents in the different parts of dried sea tangle (*Saccharina japonica*) cultured in 3 m depth of water at Gijang and Wando area<sup>a</sup>

Area	Amino acid	Mar			Apr		
		Upper	Middle	Lower	Upper	Middle	Lower
	Aspartic acid	1502.16 ± 36.93 <sup>a</sup>	1295.03 ± 30.98 <sup>b</sup>	1136.52 ± 21.88 <sup>c</sup>	1468.24 ± 43.23 <sup>a</sup>	1265.79 ± 35.09 <sup>b</sup>	1039.65 ± 22.12 <sup>c</sup>
	Threonine	724.47 ± 15.98 <sup>a</sup>	623.54 ± 12.43 <sup>c</sup>	656.40 ± 13.97 <sup>b</sup>	708.11 ± 5.48 <sup>a</sup>	609.46 ± 13.88 <sup>b</sup>	600.45 ± 13.77 <sup>b</sup>
	Serine	697.65 ± 13.77 <sup>a</sup>	597.45 ± 12.81 <sup>b</sup>	584.38 ± 7.41 <sup>b</sup>	681.89 ± 17.15 <sup>a</sup>	583.96 ± 6.97 <sup>b</sup>	534.57 ± 10.66 <sup>c</sup>
	Glutamic acid	1705.93 ± 36.16 <sup>a</sup>	1479.41 ± 46.72 <sup>b</sup>	1304.33 ± 31.14 <sup>c</sup>	1667.41 ± 26.54 <sup>a</sup>	1446.01 ± 28.16 <sup>b</sup>	1193.16 ± 31.33 <sup>c</sup>
	Proline	599.61 ± 9.39 <sup>a</sup>	511.67 ± 10.29 <sup>b</sup>	451.33 ± 12.88 <sup>c</sup>	586.07 ± 10.75 <sup>a</sup>	500.11 ± 12.69 <sup>b</sup>	412.86 ± 8.37 <sup>c</sup>
	Glycine	850.92 ± 22.30 <sup>a</sup>	731.11 ± 18.08 <sup>b</sup>	694.77 ± 18.44 <sup>c</sup>	831.71 ± 19.78 <sup>a</sup>	714.60 ± 15.09 <sup>b</sup>	635.56 ± 10.56 <sup>c</sup>
	Alanine	1033.17 ± 25.12 <sup>a</sup>	890.95 ± 24.69 <sup>b</sup>	832.78 ± 18.40 <sup>c</sup>	1009.84 ± 27.04 <sup>a</sup>	870.83 ± 17.58 <sup>b</sup>	761.80 ± 15.31 <sup>c</sup>
	Valine	808.24 ± 22.21 <sup>a</sup>	696.78 ± 16.61 <sup>b</sup>	635.89 ± 20.03 <sup>c</sup>	789.99 ± 20.52 <sup>a</sup>	681.04 ± 14.80 <sup>b</sup>	581.69 ± 13.79 <sup>c</sup>
Gijang	Methionine	357.54 ± 6.47 <sup>a</sup>	293.05 ± 6.78 <sup>b</sup>	236.81 ± 5.43 <sup>c</sup>	349.47 ± 6.41 <sup>a</sup>	286.43 ± 6.53 <sup>b</sup>	216.62 ± 4.77 <sup>c</sup>
	Isoleucine	663.25 ± 14.25 <sup>a</sup>	561.61 ± 13.42 <sup>b</sup>	500.48 ± 15.11 <sup>c</sup>	648.28 ± 7.51 <sup>a</sup>	548.93 ± 11.49 <sup>b</sup>	457.82 ± 11.58 <sup>c</sup>
	Leucine	1248.32 ± 22.87 <sup>a</sup>	1058.64 ± 20.78 <sup>b</sup>	940.34 ± 24.17 <sup>c</sup>	1220.13 ± 37.90 <sup>a</sup>	1034.73 ± 19.44 <sup>b</sup>	860.19 ± 25.20 <sup>c</sup>
	Tyrosine	339.94 ± 8.27 <sup>a</sup>	275.02 ± 7.34 <sup>b</sup>	210.14 ± 4.34 <sup>c</sup>	332.27 ± 8.52 <sup>a</sup>	268.81 ± 6.27 <sup>b</sup>	192.23 ± 4.29 <sup>c</sup>
	Phenylalanine	744.82 ± 20.88 <sup>a</sup>	633.88 ± 14.46 <sup>b</sup>	549.62 ± 15.37 <sup>c</sup>	728.00 ± 15.13 <sup>a</sup>	619.56 ± 19.41 <sup>b</sup>	502.77 ± 11.52 <sup>c</sup>
	Histidine	364.73 ± 4.80 <sup>b</sup>	306.86 ± 8.73 <sup>c</sup>	435.78 ± 10.63 <sup>a</sup>	356.49 ± 10.18 <sup>b</sup>	299.93 ± 6.84 <sup>c</sup>	398.64 ± 9.80 <sup>a</sup>
	Lysine	721.58 ± 15.76 <sup>a</sup>	633.64 ± 13.98 <sup>b</sup>	582.74 ± 18.44 <sup>c</sup>	705.28 ± 22.22 <sup>a</sup>	619.33 ± 12.19 <sup>b</sup>	533.07 ± 11.76 <sup>c</sup>
	Arginine	656.18 ± 7.29 <sup>a</sup>	570.10 ± 13.37 <sup>c</sup>	609.35 ± 13.06 <sup>b</sup>	641.36 ± 14.62 <sup>a</sup>	557.23 ± 12.74 <sup>b</sup>	557.41 ± 11.00 <sup>b</sup>
	Total	13018.52 ± 260.59 <sup>a</sup>	11158.73 ± 339.32 <sup>b</sup>	10361.68 ± 234.22 <sup>c</sup>	12724.55 ± 289.90 <sup>a</sup>	10906.75 ± 290.20 <sup>b</sup>	9478.49 ± 200.93 <sup>c</sup>

	Aspartic acid	1682.91 ± 37.97 <sup>a</sup>	1420.09 ± 30.96 <sup>b</sup>	1197.10 ± 18.75 <sup>c</sup>	1458.94 ± 25.15 <sup>a</sup>	1287.72 ± 35.38 <sup>b</sup>	1047.21 ± 19.21 <sup>c</sup>
	Threonine	801.51 ± 24.00 <sup>a</sup>	685.26 ± 16.23 <sup>b</sup>	609.83 ± 15.98 <sup>c</sup>	703.63 ± 14.86 <sup>a</sup>	620.02 ± 11.23 <sup>b</sup>	604.82 ± 14.38 <sup>b</sup>
	Serine	789.37 ± 16.10 <sup>a</sup>	675.23 ± 15.49 <sup>b</sup>	572.32 ± 13.91 <sup>c</sup>	677.57 ± 18.90 <sup>a</sup>	594.07 ± 12.76 <sup>b</sup>	538.46 ± 14.41 <sup>c</sup>
	Glutamic acid	1904.12 ± 47.62 <sup>a</sup>	1617.69 ± 37.48 <sup>b</sup>	1356.00 ± 19.14 <sup>c</sup>	1656.84 ± 34.87 <sup>a</sup>	1471.06 ± 26.95 <sup>b</sup>	1201.84 ± 25.69 <sup>c</sup>
	Proline	670.17 ± 15.26 <sup>a</sup>	569.80 ± 13.71 <sup>b</sup>	456.51 ± 12.54 <sup>c</sup>	582.36 ± 15.18 <sup>a</sup>	508.78 ± 12.38 <sup>b</sup>	415.87 ± 10.80 <sup>c</sup>
	Glycine	953.08 ± 20.62 <sup>a</sup>	812.20 ± 20.35 <sup>b</sup>	680.76 ± 12.33 <sup>c</sup>	826.44 ± 22.80 <sup>a</sup>	726.98 ± 20.38 <sup>b</sup>	640.18 ± 11.74 <sup>c</sup>
	Alanine	1161.32 ± 27.59 <sup>a</sup>	978.35 ± 23.00 <sup>b</sup>	809.68 ± 17.40 <sup>c</sup>	1003.44 ± 13.19 <sup>a</sup>	885.91 ± 11.67 <sup>b</sup>	767.34 ± 8.89 <sup>c</sup>
	Valine	878.60 ± 20.72 <sup>a</sup>	752.84 ± 8.29 <sup>b</sup>	618.25 ± 15.04 <sup>c</sup>	784.99 ± 16.29 <sup>a</sup>	692.84 ± 7.70 <sup>b</sup>	585.93 ± 15.03 <sup>c</sup>
Wando	Methionine	404.91 ± 10.66 <sup>a</sup>	332.29 ± 3.42 <sup>b</sup>	247.09 ± 6.92 <sup>c</sup>	347.25 ± 8.32 <sup>a</sup>	291.39 ± 5.83 <sup>b</sup>	218.20 ± 4.53 <sup>c</sup>
	Isoleucine	718.03 ± 9.37 <sup>a</sup>	607.24 ± 12.94 <sup>b</sup>	458.45 ± 6.04 <sup>c</sup>	644.17 ± 16.60 <sup>a</sup>	558.44 ± 12.68 <sup>b</sup>	461.15 ± 9.34 <sup>c</sup>
	Leucine	1381.51 ± 41.33 <sup>a</sup>	1165.88 ± 26.74 <sup>b</sup>	880.37 ± 19.23 <sup>c</sup>	1212.40 ± 26.14 <sup>a</sup>	1052.66 ± 26.32 <sup>b</sup>	866.45 ± 29.21 <sup>c</sup>
	Tyrosine	358.76 ± 8.04 <sup>a</sup>	303.28 ± 8.42 <sup>b</sup>	227.31 ± 2.52 <sup>c</sup>	330.16 ± 8.80 <sup>a</sup>	273.47 ± 6.73 <sup>b</sup>	193.63 ± 5.70 <sup>c</sup>
	Phenylalanine	827.08 ± 18.04 <sup>a</sup>	699.85 ± 20.36 <sup>b</sup>	527.09 ± 10.55 <sup>c</sup>	723.39 ± 25.07 <sup>a</sup>	630.30 ± 11.03 <sup>b</sup>	506.43 ± 12.03 <sup>c</sup>
	Histidine	412.91 ± 12.27 <sup>a</sup>	358.93 ± 7.31 <sup>b</sup>	320.63 ± 9.44 <sup>c</sup>	354.23 ± 7.24 <sup>b</sup>	305.13 ± 5.47 <sup>c</sup>	401.54 ± 8.34 <sup>a</sup>
	Lysine	816.80 ± 16.07 <sup>a</sup>	697.11 ± 18.27 <sup>b</sup>	591.42 ± 4.58 <sup>c</sup>	700.82 ± 15.64 <sup>a</sup>	630.06 ± 16.48 <sup>b</sup>	536.95 ± 12.08 <sup>c</sup>
	Arginine	722.40 ± 19.59 <sup>a</sup>	631.01 ± 15.34 <sup>b</sup>	500.88 ± 12.59 <sup>c</sup>	637.30 ± 19.44 <sup>a</sup>	566.88 ± 18.34 <sup>b</sup>	561.47 ± 14.46 <sup>b</sup>
	Total	14483.47 ± 298.41 <sup>a</sup>	12307.06 ± 173.73 <sup>b</sup>	10053.68 ± 160.06 <sup>c</sup>	12643.93 ± 343.62 <sup>a</sup>	11095.69 ± 270.78 <sup>b</sup>	9547.46 ± 237.53 <sup>c</sup>

<sup>a</sup>Mean (n=3) values followed by the same letter within a row were not significantly different at p<0.05 according to Duncan's multiple range test.

아미노산 함량이 낮게 나타났으나 기장의 같은 실험구에서는 이러한 경향은 보이지 않았다(Table 6). 대조구 완도 다시마의 하측 부위는 대조구 기장 다시마 보다 낮은 아미노산의 함량을 보였으나, 수심 3 m 완도 다시마의 하측 부위는 같은 군의 기장 다시마와 유사한 아미노산 함량을 나타내었다. 기장

다시마의 대조구와 수심 3 m 다시마의 아미노산 함량을 비교할 때 대조군이 대부분의 다시마 부위에서 높은 아미노산 함량의 결과를 보였다(p<0.05). 반면, 완도 다시마에서는 수심 3 m 다시마가 대조구보다 모든 부위에서 아미노산 함량이 높은 것으로 나타났(p<0.05, Table 6, 7).

**Table 8.** The Variation of fatty acid composition (percentage of weight) in the different parts of dried sea tangle (*Saccharina japonica*) cultured in 0.5 m depth of water at Gijang and Wando area<sup>a</sup>

Area	Fatty acid	Mar			Apr		
		Upper	Middle	Lower	Upper	Middle	Lower
Gijang	12:0	0.44 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.20 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.18 ± 0.00 <sup>c</sup>	0.35 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.22 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.42 ± 0.01 <sup>a</sup>
	14:0	11.05 ± 0.25 <sup>a</sup>	8.45 ± 0.17 <sup>c</sup>	9.46 ± 0.20 <sup>b</sup>	7.98 ± 0.18 <sup>b</sup>	7.63 ± 0.17 <sup>b</sup>	9.04 ± 0.21 <sup>a</sup>
	16:0	17.63 ± 0.40 <sup>a</sup>	16.82 ± 0.36 <sup>b</sup>	14.29 ± 0.18 <sup>c</sup>	18.09 ± 0.44 <sup>a</sup>	17.44 ± 0.21 <sup>a</sup>	16.14 ± 0.32 <sup>b</sup>
	16:1 n-7	5.21 ± 0.13 <sup>a</sup>	3.52 ± 0.11 <sup>b</sup>	2.62 ± 0.06 <sup>c</sup>	5.02 ± 0.13 <sup>a</sup>	3.77 ± 0.07 <sup>b</sup>	2.69 ± 0.07 <sup>c</sup>
	18:0	0.96 ± 0.03 <sup>b</sup>	1.02 ± 0.02 <sup>a</sup>	1.02 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.82 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.96 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.80 ± 0.02 <sup>b</sup>
	18:1 n-9	16.49 ± 0.34 <sup>b</sup>	18.74 ± 0.46 <sup>a</sup>	15.28 ± 0.41 <sup>c</sup>	15.13 ± 0.29 <sup>b</sup>	18.44 ± 0.39 <sup>a</sup>	18.33 ± 0.30 <sup>a</sup>
	18:2 n-6	4.50 ± 0.12 <sup>c</sup>	7.23 ± 0.20 <sup>b</sup>	8.63 ± 0.19 <sup>a</sup>	4.74 ± 0.05 <sup>c</sup>	5.56 ± 0.11 <sup>b</sup>	7.11 ± 0.14 <sup>a</sup>
	18:3 n-6	1.31 ± 0.03 <sup>c</sup>	1.87 ± 0.04 <sup>b</sup>	3.34 ± 0.08 <sup>a</sup>	1.67 ± 0.02 <sup>c</sup>	2.63 ± 0.08 <sup>b</sup>	3.46 ± 0.10 <sup>a</sup>
	18:3 n-3	9.67 ± 0.20 <sup>a</sup>	5.28 ± 0.13 <sup>b</sup>	4.66 ± 0.15 <sup>c</sup>	6.78 ± 0.14 <sup>a</sup>	5.35 ± 0.12 <sup>b</sup>	3.94 ± 0.09 <sup>c</sup>
	20:0	0.38 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.68 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.45 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.43 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.33 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.56 ± 0.01 <sup>a</sup>
	20:2 n-6	1.47 ± 0.03 <sup>c</sup>	1.84 ± 0.04 <sup>b</sup>	1.96 ± 0.06 <sup>a</sup>	1.42 ± 0.04 <sup>c</sup>	1.52 ± 0.03 <sup>b</sup>	1.80 ± 0.05 <sup>a</sup>
	20:3 n-6	1.81 ± 0.04 <sup>c</sup>	1.98 ± 0.04 <sup>b</sup>	2.07 ± 0.05 <sup>a</sup>	1.51 ± 0.04 <sup>c</sup>	1.82 ± 0.03 <sup>b</sup>	1.96 ± 0.06 <sup>a</sup>
	20:4 n-6	9.51 ± 0.22 <sup>c</sup>	13.94 ± 0.37 <sup>b</sup>	21.32 ± 0.44 <sup>a</sup>	10.81 ± 0.22 <sup>c</sup>	14.87 ± 0.35 <sup>b</sup>	19.81 ± 0.44 <sup>a</sup>
	C24:0	19.59 ± 0.39 <sup>a</sup>	18.42 ± 0.42 <sup>b</sup>	14.71 ± 0.41 <sup>c</sup>	25.26 ± 0.59 <sup>a</sup>	19.47 ± 0.61 <sup>b</sup>	13.94 ± 0.32 <sup>c</sup>
	Saturates	50.05 ± 1.15 <sup>a</sup>	45.61 ± 1.30 <sup>b</sup>	40.12 ± 0.98 <sup>c</sup>	52.92 ± 1.51 <sup>a</sup>	46.05 ± 1.05 <sup>b</sup>	40.89 ± 1.02 <sup>c</sup>
	Monoenes	21.70 ± 0.58 <sup>b</sup>	22.25 ± 0.49 <sup>a</sup>	17.90 ± 0.57 <sup>c</sup>	20.15 ± 0.63 <sup>b</sup>	22.21 ± 0.44 <sup>a</sup>	20.91 ± 0.52 <sup>b</sup>
	Polyenes	28.26 ± 0.62 <sup>c</sup>	32.14 ± 0.75 <sup>b</sup>	41.98 ± 0.90 <sup>a</sup>	26.93 ± 0.61 <sup>c</sup>	31.75 ± 0.73 <sup>b</sup>	38.08 ± 0.66 <sup>a</sup>
	P/S	0.56 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.70 ± 0.02 <sup>b</sup>	1.05 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.51 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.69 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.93 ± 0.02 <sup>a</sup>

Wando	12:0	0.37 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.15 ± 0.00 <sup>c</sup>	0.38 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.18 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.63 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.15 ± 0.00 <sup>c</sup>
	14:0	9.03 ± 0.27 <sup>b</sup>	9.09 ± 0.22 <sup>b</sup>	16.16 ± 0.19 <sup>a</sup>	9.70 ± 0.20 <sup>b</sup>	9.95 ± 0.18 <sup>b</sup>	13.71 ± 0.23 <sup>a</sup>
	16:0	18.59 ± 0.38 <sup>a</sup>	17.72 ± 0.41 <sup>b</sup>	16.79 ± 0.38 <sup>c</sup>	19.18 ± 0.54 <sup>a</sup>	18.37 ± 0.39 <sup>b</sup>	17.31 ± 0.35 <sup>c</sup>
	16:1 n-7	2.71 ± 0.07 <sup>b</sup>	2.51 ± 0.06 <sup>c</sup>	3.38 ± 0.09 <sup>a</sup>	3.40 ± 0.07 <sup>b</sup>	3.69 ± 0.07 <sup>a</sup>	3.30 ± 0.02 <sup>b</sup>
	18:0	0.69 ± 0.02 <sup>c</sup>	0.81 ± 0.02 <sup>b</sup>	1.11 ± 0.00 <sup>a</sup>	1.29 ± 0.03 <sup>a</sup>	1.08 ± 0.03 <sup>c</sup>	1.17 ± 0.03 <sup>b</sup>
	18:1 n-9	12.32 ± 0.27 <sup>c</sup>	16.71 ± 0.42 <sup>a</sup>	14.37 ± 0.33 <sup>b</sup>	16.03 ± 0.44 <sup>b</sup>	19.70 ± 0.55 <sup>a</sup>	16.70 ± 0.12 <sup>b</sup>
	18:2 n-6	5.78 ± 0.14 <sup>b</sup>	5.76 ± 0.14 <sup>b</sup>	7.15 ± 0.16 <sup>a</sup>	5.35 ± 0.07 <sup>b</sup>	5.57 ± 0.07 <sup>b</sup>	7.15 ± 0.17 <sup>a</sup>
	18:3 n-6	1.75 ± 0.04 <sup>c</sup>	2.03 ± 0.04 <sup>b</sup>	4.03 ± 0.07 <sup>a</sup>	1.71 ± 0.05 <sup>c</sup>	1.89 ± 0.04 <sup>b</sup>	2.58 ± 0.07 <sup>a</sup>
	18:3 n-3	9.06 ± 0.21 <sup>a</sup>	7.74 ± 0.09 <sup>b</sup>	5.70 ± 0.15 <sup>c</sup>	8.62 ± 0.18 <sup>a</sup>	6.25 ± 0.07 <sup>b</sup>	4.21 ± 0.02 <sup>c</sup>
	20:0	0.38 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.46 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.45 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.34 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.48 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.44 ± 0.00 <sup>b</sup>
	20:2 n-6	1.34 ± 0.02 <sup>c</sup>	1.54 ± 0.03 <sup>b</sup>	1.91 ± 0.05 <sup>a</sup>	1.60 ± 0.04 <sup>c</sup>	1.69 ± 0.05 <sup>b</sup>	2.09 ± 0.03 <sup>a</sup>
	20:3 n-6	1.51 ± 0.05 <sup>b</sup>	1.57 ± 0.04 <sup>b</sup>	2.17 ± 0.05 <sup>a</sup>	1.57 ± 0.04 <sup>c</sup>	1.67 ± 0.02 <sup>b</sup>	2.09 ± 0.07 <sup>a</sup>
	20:4 n-6	10.95 ± 0.25 <sup>c</sup>	12.20 ± 0.34 <sup>b</sup>	16.16 ± 0.36 <sup>a</sup>	10.40 ± 0.18 <sup>c</sup>	12.93 ± 0.26 <sup>b</sup>	17.91 ± 0.06 <sup>a</sup>
	C24:0	25.52 ± 0.56 <sup>a</sup>	21.70 ± 0.63 <sup>b</sup>	10.23 ± 0.28 <sup>c</sup>	20.36 ± 0.37 <sup>a</sup>	16.06 ± 0.38 <sup>b</sup>	10.77 ± 0.29 <sup>c</sup>
	Saturates	54.58 ± 1.62 <sup>a</sup>	49.93 ± 1.02 <sup>b</sup>	45.13 ± 0.97 <sup>c</sup>	51.00 ± 1.17 <sup>a</sup>	46.48 ± 1.10 <sup>b</sup>	43.46 ± 0.73 <sup>c</sup>
	Monoenes	15.03 ± 0.30 <sup>c</sup>	19.22 ± 0.50 <sup>a</sup>	17.75 ± 0.44 <sup>b</sup>	19.69 ± 0.23 <sup>b</sup>	23.01 ± 0.64 <sup>a</sup>	20.48 ± 0.34 <sup>b</sup>
	Polyenes	30.39 ± 0.82 <sup>b</sup>	30.84 ± 0.75 <sup>b</sup>	37.12 ± 0.68 <sup>a</sup>	29.19 ± 0.66 <sup>b</sup>	30.07 ± 0.75 <sup>b</sup>	35.89 ± 0.47 <sup>a</sup>
	P/S	0.56 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.62 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.82 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.57 ± 0.02 <sup>c</sup>	0.62 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.83 ± 0.02 <sup>a</sup>

<sup>a</sup>Mean (n=3) values followed by the same letter within a row were not significantly different at p<0.05 according to Duncan's multiple range test.

### 3.4. 지방산조성

다시마의 주요 지방산은 myristic acid (14:0), palmitic acid (16:0), oleic acid (18:1), linoleic acid (18:2), α-linolenic acid (18:3 n-3), arachidonic acid (20:4), lignoceric acid (24:0) 등

이였다(Table 8, 9). 다시마에 대한 지방산 함량에 대한 연구는 많이 보고되고 있으나 연구에 따라 다른 지방산 함량을 나타내고 있다[12,14-23]. 시판되는 지방산 표준물질은 약 50여 종이 되는데 어떤 표준물질의 종류를 사용하는가에 따라서 지

**Table 9.** The Variation of fatty acid composition (percentage of weight) in the different parts of dried sea tangle (*Saccharina japonica*) cultured in 3 m depth of water at Gijang and Wando area<sup>a</sup>

Area	Fatty acid	Mar			Apr		
		Upper	Middle	Lower	Upper	Middle	Lower
Gijang	12:0	0.28 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.20 ± 0.00 <sup>c</sup>	0.24 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.19 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.25 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.19 ± 0.00 <sup>b</sup>
	14:0	10.41 ± 0.23 <sup>b</sup>	10.63 ± 0.21 <sup>b</sup>	14.05 ± 0.30 <sup>a</sup>	7.35 ± 0.17 <sup>a</sup>	6.32 ± 0.14 <sup>b</sup>	7.66 ± 0.18 <sup>a</sup>
	16:0	21.34 ± 0.48 <sup>a</sup>	20.08 ± 0.43 <sup>b</sup>	19.33 ± 0.25 <sup>b</sup>	18.34 ± 0.44 <sup>a</sup>	17.61 ± 0.21 <sup>b</sup>	15.71 ± 0.31 <sup>c</sup>
	16:1 n-7	4.09 ± 0.10 <sup>a</sup>	3.89 ± 0.12 <sup>a</sup>	3.26 ± 0.08 <sup>b</sup>	3.74 ± 0.09 <sup>a</sup>	3.35 ± 0.07 <sup>b</sup>	3.23 ± 0.08 <sup>b</sup>
	18:0	0.71 ± 0.02 <sup>c</sup>	1.08 ± 0.02 <sup>b</sup>	1.22 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.86 ± 0.02 <sup>c</sup>	1.37 ± 0.03 <sup>a</sup>	1.23 ± 0.02 <sup>b</sup>
	18:1 n-9	14.43 ± 0.30 <sup>c</sup>	16.75 ± 0.41 <sup>a</sup>	15.53 ± 0.41 <sup>b</sup>	13.59 ± 0.26 <sup>c</sup>	17.64 ± 0.37 <sup>a</sup>	15.78 ± 0.26 <sup>b</sup>
	18:2 n-6	4.07 ± 0.11 <sup>c</sup>	5.18 ± 0.14 <sup>b</sup>	7.33 ± 0.16 <sup>a</sup>	5.81 ± 0.06 <sup>c</sup>	6.62 ± 0.13 <sup>b</sup>	7.92 ± 0.16 <sup>a</sup>
	18:3 n-6	1.48 ± 0.03 <sup>c</sup>	2.11 ± 0.05 <sup>b</sup>	3.30 ± 0.08 <sup>a</sup>	1.73 ± 0.02 <sup>c</sup>	2.38 ± 0.07 <sup>b</sup>	4.60 ± 0.13 <sup>a</sup>
	18:3 n-3	7.01 ± 0.15 <sup>a</sup>	6.33 ± 0.15 <sup>b</sup>	4.12 ± 0.13 <sup>c</sup>	9.00 ± 0.19 <sup>a</sup>	6.64 ± 0.14 <sup>b</sup>	4.73 ± 0.11 <sup>c</sup>
	20:0	0.46 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.40 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.39 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.54 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.35 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.62 ± 0.01 <sup>a</sup>
	20:2 n-6	1.63 ± 0.03 <sup>b</sup>	1.69 ± 0.04 <sup>b</sup>	2.25 ± 0.07 <sup>a</sup>	1.18 ± 0.03 <sup>c</sup>	1.55 ± 0.03 <sup>b</sup>	2.05 ± 0.05 <sup>a</sup>
	20:3 n-6	1.78 ± 0.04 <sup>c</sup>	1.89 ± 0.04 <sup>b</sup>	2.02 ± 0.05 <sup>a</sup>	1.42 ± 0.04 <sup>c</sup>	1.78 ± 0.03 <sup>b</sup>	2.31 ± 0.07 <sup>a</sup>
	20:4 n-6	9.60 ± 0.22 <sup>c</sup>	12.02 ± 0.32 <sup>b</sup>	16.14 ± 0.33 <sup>a</sup>	12.44 ± 0.25 <sup>c</sup>	15.00 ± 0.35 <sup>b</sup>	18.66 ± 0.42 <sup>a</sup>
	C24:0	22.72 ± 0.45 <sup>a</sup>	17.74 ± 0.40 <sup>b</sup>	10.81 ± 0.30 <sup>c</sup>	23.82 ± 0.55 <sup>a</sup>	19.13 ± 0.60 <sup>b</sup>	15.31 ± 0.35 <sup>c</sup>
	Saturates	55.91 ± 1.28 <sup>a</sup>	50.13 ± 1.43 <sup>b</sup>	46.05 ± 1.12 <sup>c</sup>	51.09 ± 1.46 <sup>a</sup>	45.05 ± 1.03 <sup>b</sup>	40.71 ± 1.02 <sup>c</sup>
	Monoenes	18.51 ± 0.49 <sup>b</sup>	20.65 ± 0.46 <sup>a</sup>	18.78 ± 0.59 <sup>b</sup>	17.33 ± 0.55 <sup>c</sup>	20.99 ± 0.41 <sup>a</sup>	19.01 ± 0.47 <sup>b</sup>
	Polyenes	25.57 ± 0.56 <sup>c</sup>	29.23 ± 0.69 <sup>b</sup>	35.17 ± 0.75 <sup>a</sup>	31.58 ± 0.72 <sup>c</sup>	33.97 ± 0.78 <sup>b</sup>	40.28 ± 0.70 <sup>a</sup>
	P/S	0.46 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.58 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.76 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.62 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.75 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.99 ± 0.02 <sup>a</sup>



Wando	12:0	0.40 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.43 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.93 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.10 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.08 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.08 ± 0.00 <sup>b</sup>
	14:0	10.01 ± 0.30 <sup>b</sup>	9.99 ± 0.24 <sup>b</sup>	12.94 ± 0.15 <sup>a</sup>	9.63 ± 0.20 <sup>a</sup>	7.78 ± 0.14 <sup>c</sup>	8.57 ± 0.14 <sup>b</sup>
	16:0	19.17 ± 0.39 <sup>a</sup>	16.69 ± 0.38 <sup>b</sup>	14.96 ± 0.34 <sup>c</sup>	18.53 ± 0.52 <sup>a</sup>	17.03 ± 0.37 <sup>b</sup>	15.67 ± 0.32 <sup>c</sup>
	16:1 n-7	4.72 ± 0.12 <sup>c</sup>	3.13 ± 0.07 <sup>b</sup>	1.45 ± 0.04 <sup>a</sup>	3.94 ± 0.08 <sup>a</sup>	3.37 ± 0.06 <sup>b</sup>	3.04 ± 0.02 <sup>c</sup>
	18:0	1.42 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.75 ± 0.02 <sup>c</sup>	1.26 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.84 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.80 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.82 ± 0.02 <sup>a</sup>
	18:1 n-9	14.95 ± 0.32 <sup>c</sup>	19.12 ± 0.48 <sup>a</sup>	17.14 ± 0.39 <sup>b</sup>	11.84 ± 0.33 <sup>c</sup>	17.01 ± 0.48 <sup>a</sup>	15.73 ± 0.11 <sup>b</sup>
	18:2 n-6	4.45 ± 0.11 <sup>c</sup>	5.20 ± 0.12 <sup>b</sup>	6.74 ± 0.15 <sup>a</sup>	4.87 ± 0.06 <sup>c</sup>	5.84 ± 0.08 <sup>b</sup>	7.40 ± 0.17 <sup>a</sup>
	18:3 n-6	1.30 ± 0.03 <sup>c</sup>	2.06 ± 0.04 <sup>b</sup>	3.30 ± 0.05 <sup>a</sup>	1.57 ± 0.05 <sup>c</sup>	2.21 ± 0.05 <sup>b</sup>	3.24 ± 0.08 <sup>a</sup>
	18:3 n-3	8.26 ± 0.19 <sup>a</sup>	5.29 ± 0.06 <sup>b</sup>	3.54 ± 0.10 <sup>c</sup>	7.61 ± 0.16 <sup>c</sup>	6.10 ± 0.07 <sup>b</sup>	5.07 ± 0.03 <sup>a</sup>
	20:0	0.38 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.48 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.54 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.44 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.38 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.48 ± 0.00 <sup>a</sup>
	20:2 n-6	1.62 ± 0.02 <sup>b</sup>	1.69 ± 0.04 <sup>b</sup>	1.82 ± 0.05 <sup>a</sup>	1.20 ± 0.03 <sup>c</sup>	1.42 ± 0.04 <sup>b</sup>	1.58 ± 0.03 <sup>a</sup>
	20:3 n-6	1.62 ± 0.05 <sup>c</sup>	1.74 ± 0.04 <sup>b</sup>	1.93 ± 0.05 <sup>a</sup>	1.53 ± 0.04 <sup>b</sup>	1.59 ± 0.02 <sup>b</sup>	1.77 ± 0.06 <sup>a</sup>
	20:4 n-6	9.40 ± 0.21 <sup>c</sup>	13.95 ± 0.39 <sup>b</sup>	16.23 ± 0.36 <sup>a</sup>	13.04 ± 0.23 <sup>c</sup>	16.97 ± 0.35 <sup>b</sup>	20.24 ± 0.07 <sup>a</sup>
	C24:0	22.29 ± 0.49 <sup>a</sup>	19.48 ± 0.57 <sup>b</sup>	17.41 ± 0.48 <sup>c</sup>	24.62 ± 0.45 <sup>a</sup>	19.26 ± 0.46 <sup>b</sup>	15.57 ± 0.42 <sup>a</sup>
	Saturates	53.67 ± 1.60 <sup>a</sup>	47.82 ± 0.98 <sup>b</sup>	47.86 ± 1.03 <sup>b</sup>	54.41 ± 1.24 <sup>a</sup>	45.60 ± 1.08 <sup>b</sup>	41.35 ± 0.69 <sup>c</sup>
	Monoenes	19.67 ± 0.39 <sup>b</sup>	22.24 ± 0.58 <sup>a</sup>	18.59 ± 0.46 <sup>b</sup>	15.78 ± 0.18 <sup>c</sup>	20.38 ± 0.56 <sup>a</sup>	19.04 ± 0.32 <sup>b</sup>
	Polyenes	26.66 ± 0.72 <sup>c</sup>	29.93 ± 0.73 <sup>b</sup>	33.56 ± 0.62 <sup>a</sup>	29.81 ± 0.67 <sup>c</sup>	34.02 ± 0.85 <sup>b</sup>	39.61 ± 0.52 <sup>a</sup>
	P/S	0.50 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.61 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.70 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.55 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.75 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.96 ± 0.02 <sup>a</sup>

<sup>a</sup>Mean (n=3) values followed by the same letter within a row were not significantly different at p<0.05 according to Duncan's multiple range test.

지방산 조성에 많은 영향을 미친다. 해조류의 경우 시료 부위에 따른 지방산 함량이 많이 차이난다. 모든 다시마 실험군에서 대부분의 지방산 조성이 부위별로 차이가 있음을 보여주고 있다. Lauric acid (12:0), stearic acid (18:0), arachidic acid (20:0) 등 낮은 함량을 갖는 지방산들은 부위별 함량 차이는 나타나지만 경향성을 지니지는 않았다. 그러나 oleic acid는 대조구 가장 4월 다시마를 제외하고 모두 중간부위에서 높은 지방산 함량을 나타내고 있었다. 이러한 결과는 Khotimchenko and Kulikova [12]의 연구에서 유사한 결과를 보여주었다. 또한 대부분의 실험군에서 palmitic acid, palmitoleic acid (16:1), α-linolenic acid, lignoceric acid 등의 지방산은 상측 부위에서 하측 부위로 갈수록 지방산 조성이 감소하는 경향을 보이고 있다. 반면 linoleic acid, γ-linolenic acid (18:3 n-6), cis-11,14-eicosadienoic

acid (20:2 n-6), cis-11,14,17-eicosatrienoic acid (20:3 n-6) 등의 지방산은 하측 부분으로 갈수록 높은 지방산 함량을 나타내고 있었다. 포화지방산 함량은 상측 부위보다 하측부위가 낮게 함유하고 있었으나 고도불포화지방산은 일반적으로 하측 부분이 더 높은 함량을 보여 주었다. 그러나 이러한 경향은 Khotimchenko and Kulikova[12]의 연구에서는 나타나지 않았다. 대조구에서 가장과 완도의 지방산 조성은 약간 다르게 나타났으며 같은 지역에서 채취시기에 다른 차이는 지방산에 따라 다른 함량을 보였다. 수심에 따른 지방산 함량은 지역과 채취시기 별로 다른 함유량을 보였으나 다시마의 일반적 조성 함량에 크게 벗어나지 않는 것을 볼 수 있다.

### 3.5. 원소 조성

**Table 10.** The Variation of element composition(%) in the different parts of dried sea tangle (*Saccharina japonica*) cultured in 0.5 m depth of water at Gijang and Wando area<sup>a</sup>

Area	Element	Mar			Apr		
		Upper	Middle	Lower	Upper	Middle	Lower
Gijang	N	3.15 ± 0.07 <sup>a</sup>	2.70 ± 0.03 <sup>b</sup>	1.99 ± 0.04 <sup>c</sup>	2.72 ± 0.02 <sup>a</sup>	2.53 ± 0.07 <sup>b</sup>	1.90 ± 0.05 <sup>c</sup>
	C	38.08 ± 0.95 <sup>a</sup>	37.67 ± 0.73 <sup>a</sup>	33.10 ± 0.86 <sup>b</sup>	38.95 ± 0.83 <sup>a</sup>	39.05 ± 0.84 <sup>a</sup>	34.97 ± 0.82 <sup>b</sup>
	H	6.08 ± 0.14 <sup>a</sup>	6.06 ± 0.15 <sup>a</sup>	5.35 ± 0.10 <sup>b</sup>	6.22 ± 0.14 <sup>a</sup>	6.30 ± 0.14 <sup>a</sup>	5.67 ± 0.12 <sup>b</sup>
	S	0.30 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.21 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.14 ± 0.00 <sup>c</sup>	0.14 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.12 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.10 ± 0.00 <sup>a</sup>
Wando	N	3.22 ± 0.06 <sup>a</sup>	2.68 ± 0.06 <sup>b</sup>	1.58 ± 0.03 <sup>c</sup>	2.77 ± 0.06 <sup>a</sup>	2.39 ± 0.06 <sup>b</sup>	2.16 ± 0.03 <sup>b</sup>
	C	37.67 ± 0.87 <sup>a</sup>	36.88 ± 1.15 <sup>ab</sup>	35.64 ± 0.81 <sup>b</sup>	39.28 ± 0.88 <sup>a</sup>	38.95 ± 0.84 <sup>a</sup>	37.24 ± 0.84 <sup>a</sup>
	H	5.79 ± 0.16 <sup>a</sup>	5.70 ± 0.13 <sup>a</sup>	5.52 ± 0.13 <sup>a</sup>	6.39 ± 0.19 <sup>a</sup>	6.37 ± 0.15 <sup>a</sup>	6.15 ± 0.07 <sup>a</sup>
	S	0.06 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.05 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.04 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.07 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.14 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.11 ± 0.00 <sup>a</sup>

<sup>a</sup>Mean (n=3) values followed by the same letter within a row were not significantly different at p<0.05 according to Duncan's multiple range test.

**Table 11.** The Variation of element composition(%) in the different parts of dried sea tangle (*Saccharina japonica*) cultured in 3 m depth of water at Gijang and Wando area<sup>a</sup>

Area	Element	Mar			Apr		
		Upper	Middle	Lower	Upper	Middle	Lower
Gijang	N	3.01 ± 0.08 <sup>a</sup>	2.57 ± 0.05 <sup>b</sup>	2.34 ± 0.05 <sup>c</sup>	2.71 ± 0.08 <sup>a</sup>	2.26 ± 0.05 <sup>b</sup>	2.03 ± 0.05 <sup>c</sup>
	C	39.36 ± 1.24 <sup>a</sup>	38.95 ± 0.76 <sup>a</sup>	37.42 ± 0.82 <sup>a</sup>	37.96 ± 0.77 <sup>a</sup>	37.67 ± 0.86 <sup>a</sup>	36.68 ± 0.89 <sup>a</sup>
	H	6.22 ± 0.14 <sup>a</sup>	6.13 ± 0.14 <sup>a</sup>	5.97 ± 0.11 <sup>a</sup>	5.73 ± 0.14 <sup>a</sup>	5.68 ± 0.13 <sup>a</sup>	5.63 ± 0.07 <sup>a</sup>
	S	0.09 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.24 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.10 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.05 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.05 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.45 ± 0.01 <sup>a</sup>
Wando	N	3.19 ± 0.07 <sup>a</sup>	2.67 ± 0.06 <sup>b</sup>	2.19 ± 0.04 <sup>c</sup>	2.72 ± 0.08 <sup>a</sup>	2.55 ± 0.05 <sup>b</sup>	2.17 ± 0.04 <sup>c</sup>
	C	40.33 ± 0.93 <sup>a</sup>	39.56 ± 0.75 <sup>a</sup>	37.05 ± 0.67 <sup>b</sup>	38.87 ± 0.87 <sup>a</sup>	38.40 ± 1.06 <sup>a</sup>	36.26 ± 0.40 <sup>b</sup>
	H	6.28 ± 0.14 <sup>a</sup>	6.41 ± 0.07 <sup>a</sup>	5.75 ± 0.14 <sup>a</sup>	6.09 ± 0.13 <sup>a</sup>	6.03 ± 0.17 <sup>a</sup>	5.84 ± 0.11 <sup>a</sup>
	S	0.06 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.48 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.04 ± 0.00 <sup>c</sup>	0.13 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.11 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.13 ± 0.00 <sup>a</sup>

<sup>a</sup>Mean (n=3) values followed by the same letter within a row were not significantly different at p<0.05 according to Duncan's multiple range test.

3월과 4월에 기장과 완도에서 양식한 다시마의 N, C, H, S 원소의 조성을 나타내었다(Table 10, 11). N 원소의 조성은 상>중>하 순으로 함량이 나타났다. 모든 실험군에서 질소의 함량은 총 아미노산의 함량과 같은 경향을 띠고 있었다. 양식 다시마의 대부분에서 C 원소는 하측 부위가 상측보다 낮은 함량을 보였다. H 원소의 조성은 부위별, 월별 유의적 차이를 나타내지 않았다(p<0.05). 원소 함량은 0.48~0.04%의 함량을 나타내고 있었으며 부위별 함량 차이는 보이나 함량 차이에 대한 경향성은 보이지 않았다. 수심에 따른 원소의 차이는 원소에 따라 다소 나타났으나 큰 차이는 보이지 않았다.

#### 4. 결론

바이오에너지 생산을 위해 해조류 바이오매스의 대량생산 기술을 개발하기 위한 일환으로 수심을 달리한 고밀도 양식방법으로(0.5 m, 3 m) 다시마를 양식하였다. 다시마의 부위별로 많은 화학적 성분들이 차이를 나타냈으나 양식 수심에 따른 화학적 성분들의 차이는 거의 나타나지 않았다. 따라서 고밀도 양식을 위하여 3 m의 수심 내에서 다시마를 양식한다면 수심에 따른 주요 화학적 성분의 차이가 크지 않을 것으로 판단된다.

1) 다시마의 상측 부위가 하측 부위보다 많은 조단백질 함량을 나타냈으며, 조지방은 중간부위에 많이 함유하고 있었다. 조회분은 하측부위에 많은 함량을 나타내었지만 지역간, 채취시기에 따른 차이는 거의 보이지 않았다. 또한 대조구와 수심 3 m의 다시마 간에 일반성분 조성의 차는 거의 없었다.

2) 구성당의 함량은 대조구와 3 m에서 부위별 함량 차이는 있었으나, 부위에 따른 증가나 감소하는 경향은 나타나지 않았으며 지역, 채취시기, 수심에 의한 변화가 보이지 않았다.

3) 모든 실험군에서 대부분의 아미노산 함량이 하측부위보다 상측부위에 많이 함유하고 있었으며, 지역과 계절에 따라 일부 아미노산 함량이 차이를 보였지만 수심에 따른 아미노산의 함량은 관찰되지 않았다.

4) 지방산 함량은 부위에 따라 많고 적은 지방산들이 있었고, 불포화지방산들이 하측부위보다 상측부위에 많이 함유하고 있었고 포화지방산은 하측부위에 많이 함유하고 있었다. 그러나 다시마 양식 수심에 따른 이러한 조성들의 변화는 나타나지 않았다.

5) 다시마의 원소 조성에서 N 원소는 상측부위가 많이 함유하고 있었으며 C는 실험군에 따라 다소 다른 경향을 띠었다.

#### 감사

본 연구는 농림수산물부 산하 수산자원사업단의 지원연구에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

#### 참고문헌

- Demirbas, A., "Progress and Recent Trends in Biofuels," *Prog. Energ. Combust. Sci.*, **33**, 1-8 (2007).
- Kim, J., Lee, Y., Jung, S., Lee, J., and Cho, M.H., "Production of Methane from Anaerobic Fermentation of Marine Macroalgae," *Clean Technol.*, **16**, 51-58 (2010).
- Lee, D. S., Kim, H. R., Cho, D. M., Nam, T. J., and Pyeun, J. H., "Uronate Compositions of Alginates from The Edible Brown Algae," *J. Dkorean Fish Soc.*, **31**, 1-7 (1998).
- Bojakowski, K., Abranczyk, P., Bojakowska, M., Zwolinska, A., Przybylski, J., and Gaciong, Z., "Fucoidan Improves the Renal Blood Flow in the Early Stage of Renal Ischemia/Reperfusion Injury in the Rat," *J. Physiol. Pharmacol.*, **52**, 137-143 (2001).
- Haroun-Boihedja, F., Ellouali, M., Sinquin, C., and Boisson-Vidal, C., "Relationship Between Sulfate Groups and Biological Activities of Fucans," *Thrombosis Res.*, **100**, 453-459 (2000).
- AOAC. Official Methods of Analysis, 16th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, 1995.
- Folch, J., Lees, M., and Sloane-Stanley, G. H., "A simple method for the Isolation and Purification of Total Lipids from Animal Tissues," *J. Biol. Chem.*, **226**, 497-509 (1957).

8. Chaplin, M. F., and Kennedy, J. F., *Carbohydrate Analysis: A Practical Approach*, 2nd ed., Oxford University Press, Oxford, New York, 1994, pp. 74-76.
9. Kim, H. Y., Kim, E., Kim, D. H., Oh, M. J., and Shin, T. S., "The Nutritional Components of Olive Flounder (*Paralichthys olivaceus*) Fed Diets with Yuza (Citrus junos Sieb ex Tanaka)," *Kor. J. Fish Aquat. Sci.*, **42**, 215-223 (2009).
10. Lee, K. H., Park H. C., and Her, E. S., *Statistics and Data Analysis Method*, Hyoil Press, Seoul, Korea, 1998, pp. 277-345.
11. Park, Y. H., Jang, D. S., and Kim, S. B., "Processing of the Sea Food", *Hyungsul Press, Seoul, Korea*, 166-168 (1997).
12. Khotimcheno, S. V., and Kulikova, I. V., "Lipids of Different Parts of the Lamina of *Laminaria japonica* Aresch," *Botanica Marina*, **43**, 87-91 (2000).
13. Choi, J. S. Shin, S. H., Ha, Y. M., Kim, Y. C., Kim, T. B., Park, S. M., Choi, I. S., Song, H. J., and Choi, Y. J., "Mineral Contents and Physiological Activities of Dried Sea Tangle (*Laminaria japonica*) Collected from Gijang and Wando in Korea," *J. Life Sci.*, **18**, 474-481 (2008).
14. Choe, S. N., and Choi, K. J., "Fatty Acid Compositions of Sea Algae in The Southern Sea Coast of Korea," *Korean J. Food & Nutr.*, **15**, 58-63 (2000).
15. Dembitsky, V. M., Rosentsvet, O. A., Pechenkina, E. E., "Glycolipids, Phospholipids and Fatty Acids of Brown Algae Species", *Phytochem.*, **29**, 3417-3421 (1990).
16. Fleurence, J., Gutbier, G., Mabeau, S., and Leray, C., "Fatty Acids from 11 Marine Macroalgae of The French Brittany Coast," *J. Appl. Phycol.*, **6**, 527-532 (1994).
17. Harwood, J. L., *Plant Acyl Lipids: Structure, Distribution and Analysis*, Academic Press., New York, pp. 1-55 (1980).
18. Hayashi, K. Kida, S. Kato, K., and Yamada, M., "Component Fatty Acids of Acetone-Soluble Lipids of 17 Species of Marine Benthic Algae," *Nippon Suisan Gakkaishi*, **40**, 609-617 (1974).
19. Jamieson, J. M., and Reid, E. H., "The Component Fatty Acids of Some Marine Algal Lipids," *Phytochem.*, **11**, 1423-1432 (1972).
20. Kaneniwa, M., Itabashi, J., and Takagi, T., "Unusual 5-olefinic Acids in the Lipids of Algae from Japanese Waters," *Nippon Suisan Gakkaishi*, **53**, 861-866 (1987).
21. Kato, M., and Ariga, N., "Studies on Lipids of Marine Algae: Sterol and Fatty Acid Composition of Marine Algae," *Gifu Daigaku*, **18**, 53-55 (1983).
22. Kim, M., Dubacq, J. P., Thomas, J. K., and Giraud, G., "Seasonal Variations of Triacylglycerols and Fatty Acids in *Fucus serratus*," *Phytochem.*, **43**, 49-55 (1996).
23. Pohl, P., and Zurheide, F., "Fatty Acids and Lipids of Marine Algae and the Control of Their Biosynthesis by Environmental Factor," *Pharma. Science*, Walter de Gruyter, New York, 1979, pp. 473-523.