

# 해양자원으로부터의 기능성물질 이용 현황

## 이 부 용

특용작물이용팀

### I. 일본의 시장 현황

해양자원으로부터 상업적인 가치를 지니는 천연 물질들을 획득하는 것은 일본의 수산업에 있어서 매우 중요하다. 일본에서는 해양자원의 부산물을 이용하여 다양하고 많은 상업적인 제품들을 성공적으로 개발하고 있다. 키틴, 키토산, 어유, 액정(liquid crystal), 프로타민(protamine, 식품에 항균제로 사용되며 물고기의 고환으로부터 얻음), 어류 양식장에서 사용하는 성장호르몬, 해양 생물로부터 추출하는 몇가지 의약품 등이 대표적인 예이다.

#### 1. 식품산업을 위한 자원

상업적으로 널리 이용되고 있는 효소 제제는 약 300여 품목으로서 대개 곰팡이, 효모, 세균들로부터 얻고 있다. 해양자원으로부터 분리되어 이용되고 있는 효소는 약 15개 정도이다. 표 1에 나와있는 15가지의 효소들은 대개 생화학 연구용 시약으로 이용되고 있다.

“Activa”라는 상품명으로 아지노모토사에서

개발하여 판매하고 있는 transglutaminase는 저급의 수리미(surimi)에 첨가되어 글루타민과 리이신의 가교를 형성하여 열에 약한 가마보꼬 겔의 탄력성을 개선시키는데 사용된다. 이 효소 제제는 해양자원으로부터 얻고있는 것은 아니고 *Streptovercillium membrance*이라는 미생물 배양액으로부터 정제하여 얻는다.

프로타민은 아르기닌이 80%정도 함유된 간단한 구조의 펩타이드로서 50여종 이상의 물고기 고환에서 발견되고 있다. 이것은 세균들의 형태를 변화시켜 세포 내의 수용성 성분들을 유출시키며, 열에 안정하고 *Bacillus* 포자의 성장을 억제하는 작용도 갖고 있다. 이런 특성 때문에 프로타민은 식품가공이나 저장을 위한 항균제(antibacterial agent)로 사용되고 있다. 연어나 정어리로부터 추출하여 얻는 프로타민, 살민(salmine), 쿠페인(curpeine)의 연간 생산량은 각각 약 700여톤이나 된다.

포유동물로부터 콜라겐을 생산하는 것이 더 경제적이기 때문에 물고기로부터 콜라겐을 제조하는 것은 소규모이다. 그러나 물고기의 표피로부터 정제된 젤라틴은 정밀인쇄와 같은 특별한 산업분야에 아직도 유용하게 사용되고 있다. 대구의 부레로부터

표 1. 해양자원으로부터 분리되어 상업적으로 이용되고 있는 효소들

효소	기원
$\alpha$ -N-Acetylhexosamidase	Turban shell
$\beta$ -N-Acetylhexosamidase	Turban shell
Aldolase	Trout muscle
Arginine kinase	Lobster tail muscle
Acetylcholine esterase	Electric eel
$\alpha$ -L-Fucosidase	Trumpet shell
$\beta$ -Galactosidase	Trumpet shell
$\beta$ -Glucuronidase	Abalone, scallop, limpet
L-Lactate dehydrogenase	Lobster tail muscle, trout muscle
Laminarinase	Mollusca
$\alpha$ -Mannosidase	Turban shell
Octopine dehydrogenase	Scallop
Phosphatase, alkaline	Eel intestine, abalone entrails
Trypsin	Atlantic cod

터 추출 정제된 콜라겐은 맥주나 포도주 양조시 청정제로서 사용되어 왔다.

어유는 여러 종류의 물고기 살과 내장으로부터 얻어지는데 주성분은 EPA(eicasapentaenoic acid)와 DHA(docosahexaenoic acid) 같은 불포화 지방산이 풍부한 triacylglycerol이다. 부분적으로 수소첨가된 어유는 점도가 높고 마아가린, 쇼트닝, 비누 등의 제조 원료로 사용되고 있다. 요즘 DHA는 유아들의 시각 발달을 도와준다고 하여 유아들의 우유나 기타 유아식에 첨가되고 있다. 따라서 정제된 어유나 해조유(algae oil)를 첨가하여 DHA를 강화시킨 조제우유 제품들이 일본이나 미국에서는 잘 팔리고 있다. 현재 어유가 첨가되고 있는 제품은 푸딩, 사탕, 주스 등을 비롯하여 200여 가지 품목에 이르며 250억엔 규모의 시장으로 성장했다.

50~65%의 DHA가 함유된 어유는 어유 중의 acyl기를 효소적 방법이나 화학적으로 에스테르화시켜서 상업적으로 생산한다. 그러나 DHA는 6개의 에틸렌 이중결합을 갖고 있어서 일반 상온에서

자동산화가 무척 빠르기 때문에 식품에 적용되기 위해서는 DHA의 산화 안정성이 필요하다. 따라서 DHA를 30~50% 함유한 직경 20~30 $\mu$ m의 미세 분말로 가공하여 식품가공 시 DHA의 산패에 의해 불쾌취가 발현되는 것을 막고 있다. DHA 분말 제조 방법은 전분 분해 효소로 분해한 옥수수 전분 분해물에 DHA가 풍부한 어유를 흡착시키고 흡착된 전분 분해물을 알콜에 녹인 옥수수 단백질로 코팅시킨다. 코팅된 DHA는 공기 중의 산소와 접촉하는 것이 거의 완벽하게 차단되므로 산패에 대해서 매우 안정하다.

키티ンは poly-N-acetyl glucosamine으로서 게, 새우 등의 절지 동물과 연체동물의 조직에 많이 함유되어 있다. 게, 새우 등 갑각류의 껍데기는 키티를 생산하는 주요 원료이다. 껍질을 묶은 황산으로 세척하여 무기물들을 제거시키고 진한 알칼리 용액으로 세척하여 단백질을 제거시킨 다음 물로 헹구면 조 키티(chitin)가 된다. 이 조 키티를 진한 염산으로 처리하면 침전물 형태로 정제된 키티가 얻어진다. 수용성의 키티산은 알칼리 용액으

로 키틴의 acetyl기를 제거시켜 얻는다. 키틴과 키토산의 연간 생산량은 약 700톤 규모이며 금액으로는 50조엔 정도이다. 일본에서 생산되는 키토산 중 약 85%는 식품산업의 폐수처리에 사용되는데 뛰어난 응집력으로 인하여 수용성 단백질을 응집 침전시켜 BOD를 낮춘다. 키토산의 뛰어난 효과 중 또 하나는 식품중 부패 세균의 생육을 억제하는 능력이다. 액체배지에 키토산을 첨가하여 30℃에서 24시간 배양하여도 부패세균의 생육이 억제되었다. 가까운 장래에 육체제품에도 응용될 전망이다. 또한 키토산은 생물반응기(bioreactor)의 담체(matrix)나, 종이 강화제, 화장품의 보습제 등으로 사용되고 있다.

알긴산은 D-mannuronic acid와 L-gluronic acid로 구성된 polyuronic acid이다. 알긴산은 갈조류(Laminaria(다시마), Eisenia, Ecklonia등)의 세포벽 구성성분인 다당류 분자로서 많은 카르복실기를 갖고 있어서 양이온과 쉽게 결합한다. 따라서 폐수처리 시 효율 높은 이온교환기로서 사용된다. 알긴산나트륨이나 propyleneglycol ester용액은 아이스크림, 잼, 마요네즈 등의 식품에는 물론이고 세안제, 치약 같은 화장품이나 의약품에까지도 효료(thickeners), 유화제, 안정제 등으로 사용된다.

아가(agar)는 70%의 agarose와 30%의 agarpectin으로 구성되어 있다. 아가는 적조류(Gelidium, Grateloupia, Gracilaria, Hypnea, Gigartina 등)로부터 추출되어 미생물 배양 시 배지와 같은 실험 재료로 사용되고, 의약품으로는 배변 완화제로 사용된다. 화학적으로 변형된 agar는 크로마토그래피의 담체로 사용되기도 한다.

카라기난(carageenan)은 적색해초(Chondrus, Gigartina 등)로부터 뜨거운 물로 추출하여 얻는데 수산기에 에스테르화 되어있는 황산염기와 D-galactopyranosyl이 직선형으로 결합되어 있는 형태다. 각각 물성이 다른 kappa, iota, lambda로 구성되어 있다. 주로 유제품과 가공육제품에 응용된다.

황산콘드로이친은 전형적인 점질 다당류로서 황산기의 결합 위치에 따라 3개의 이성질체가 있다. 분자구조 내에 2개의 황산기를 갖는 다가 황산콘드로이친(chondroitin polysulfate)은 상어의 연골 조직에 존재한다. 대개 핸드크림과 같은 화장품의 원료로 사용된다.

## 2. 현재 의약품으로 사용되고 있는 화합물들

물고기 간유(liver oil)는 비타민 A와 D가 풍부하여 비타민 제제의 원료로 사용된다. EPA 에틸 에스테르를 92% 이상 함유하고 있는 "Epadel"이라는 제품은 1994년에 동맥경화와 고지혈증 치료를 위한 의약품으로 허가를 받았다. 이것은 EPA가 15~16% 정도 함유되어 있는 정어리유로부터 제조되는데, 일반적으로 정어리유는 에틸에스테르화 시킨 뒤 4단계의 초 진공 증류를 거쳐서 분별증류하면 EPA 에틸에스테르 함량이 약 82%에 이른다. 부분 정제된 EPA 에틸에스테르는 우레아 첨가와 실리카겔 처리를 통하여 92% 농도의 EPA 에틸에스테르로 정제된다. 그다음 산패를 방지하기 위하여  $\alpha$ -토코페롤을 혼합한 뒤 젤라틴을 캡슐화시킨다. 이 캡슐 제품은 50℃에서 6개월간, 상온에서 3년간 저장해도 안정하며, 질소충진시켜 보관하면 3년이 지나도 산가가 0.1 이하로 매우 안정하다.

키틴과 키토산은 자상이나 화상에 의한 피부손상 시 의료용 인공피부로 사용하기 위하여 얇은 필름 형태로 가공되기도 한다. 화상 입은 피부를 키틴 필름으로 감싸주면 감싸지 않을 때 보다 피부 재생이 빠르고 상처 치유 효과가 좋다. Beschitin<sup>®</sup>-W는 상업적으로 이용되고 있는 0.08~0.5mm 두께의 키틴필름 상품명이다.

Kainic acid는 *Digenia simplex*와 *Centroceras clavulatum*과 같은 해초에서 얻는 물질로서 장내 기생충들을 죽이기 위하여 5~10mg씩 사용되고 있다. 카리브해의 바다 해면으로 부터 분리된 Spongothymidine의 유사체인 Ara-A와 Ara-C는 현재 항바

이러스제로서 상업적으로 이용되고 있다.

### 3. 아직 의약용으로 사용되지 않고 있는 화합물들

항곰팡이, 항바이러스, 항암 활성을 갖는 크고 작은 분자량의 많은 화합물들이 여러가지 해양생물로부터 분리되어 왔다.

Holotoxins A와 B는 *Stichopus japonicus*라는 해삼으로부터 분리된 물질로서 water insect와 같은 해충들을 퇴치하는 치료제로 사용된다. Gambieric acid는 *Gambierdiscus toxicus*라는 편모충으로부터 분리된 polyether 물질로서 항곰팡이 치료제로서 잘 알려진 amphotericin-B보다 2,000배 이상의 항곰팡이 활성을 갖고 있는 것으로 밝혀졌다. 또한 인체에 대한 독성도 매우 낮아서 치료제로서의 사용 가능성이 기대되는 물질이다.

Mycalamides A와 B는 *Micale*속의 뉴질랜드산 해면으로부터 분리된 물질과 *Theronella*속 이라는 오키나와산 해면으로부터 분리된 Onnamide A는 실험시 1원판당 1~2ng/disk의 낮은 농도에서도 헤르페스와 같은 바이러스의 생육을 억제하였다.

*Hexabranchnus* 속으로부터 분리된 Kabiramide A~E와 *Mycale*속으로부터 분리된 Mycalolide A~C라는 물질도 *Candida*, *Trichomonus*, *Trichophyton*과 같은 곰팡이에 대해서 강한 항곰팡이 활성을 나타낸다. 그러나 이 물질들은 강한 세포독성을 갖고 있으며 항암 활성도 낮은편이다.

*Amphidinium*속의 편모충으로부터 분리된 Amphidinolide B와 *Scytonema Pseudohofmani*로부터 분리된 Scytopyhycin B도 백혈병세포 L1210과 KB세포에 대해 각각 IC<sub>50</sub> 0.14ng/mL, IC<sub>50</sub> 1ng/mL 농도로 강한 세포독성을 나타냈지만 이 항암 물질들은 정상 세포에서도 강한 독성을 나타내는 것이 좀 문제이다.

*Halochondria akadai*라는 해면으로부터 분리된 Halichondrin B도 melanoma B16 세포에 대해서 IC<sub>50</sub> 0.093ng/mL 농도로도 매우 강한 세포독

성을 나타냈다. 이 물질의 세포 실험에서 보여준 항암활성은 매우 뛰어나지만 해면으로부터의 추출 수율이 해면 600kg당 4.2mg으로 매우 낮다.

*Pseudaxinyssa cantharella*라는 뉴칼레도니아 해면으로부터 추출한 Girodazole, *Dolabella auricularia*로 분리된 Dolastatin 10, *Bugula bryostatin*로부터 분리된 Bryostatin 1, 카리브해의 *Trididemum solidum*로부터 분리된 Didemnin B도 항암 활성이 뛰어난 물질들이다.

해초류나 해면으로부터 해파리 등의 강장동물에 이르기까지 항암제에 대한 많은 연구가 진행되고 있지만 그 물질들이 대부분 암세포 뿐만 아니라 정상세포도 파괴하기 때문에 획기적인 응용 가능한 물질이 보고되고 있지 못한 실정이다.

해양생물로부터 얻는 다른 생물활성 물질로는 항염증과 심장박동을 증진시키는 효과가 있는 물질들이 있다. *Luffariella variabilis*라는 Palau섬의 해면으로부터 분리된 Manoalide는 항염증 효과가 뛰어난 뿐 아니라 phospholipase A<sub>2</sub>에 대한 활성 억제효과도 갖고 있어서 항 알레르기제로서의 활용도 기대가 되고 있다. *Anthopleura xanthogrammica*라는 말미잘로부터 분리한 Anthopleurin A는 50개의 아미노산으로 이루어진 폴리펩타이드로서 상업적으로 현재 시판되고 있는 다른 약 보다도 심장활성화 효과가 30배 이상이나 높다. 그러나 생체실험 결과 항체를 형성하기 때문에 의약품으로서의 활용이 제한되고 있는 상태이다.

다른 여러 종류의 저분자 화합물들에 대한 활성 검색 결과들은 표 2와 같다.

키토산은 면역조절 기능을 갖고 있다. 무지개 송어에 대한 실험에서 복막을 통하여 키토산을 100mg/kg 투여했을 때 대조군으로 소혈청 알부민을 투여했을 때보다 백혈구의 대식작용이 상당히 증가했다.

Lectin은 고분자 당단백질중의 하나로서 혈액 응고 특성과 탄수화물과 결합하여 침전물을 형성하는 특성을 갖고 있다. 뱀장어나 특별한 해초로부터 분리된 Lectin은 상업적으로 생화학 시약으로 이용되고 있다. *Tridacna* 속의 대합조개나 원색동물

표 2. 해양생물로부터 분리된 생물활성 물질들

물질	기원	생물활성
<b>Antibacterial, antiviral, and antifungal activity</b>		
Macrolactin A	Deep sea bacteria	HIV, 10 µg/mL
Gambieric acid A~D	<i>Gambierdiscus toxicus</i>	Fungus
Kabiramide A~E	<i>Hexabranchus</i> spp. egg mass	Fungus <sup>a</sup>
Mycalolide A~C	<i>Mycale</i> sp.	Fungus <sup>a</sup>
Mycalamide A, B	<i>Mycale</i> sp. in New Zealand	Herpes simplex type-1, 1~2 ng/disk
Onnamide A	<i>Theonella</i> sp. in Okinawa	Herpes simplex type-1, 1~2 ng/disk
Holotoxin A, B	<i>Stichopus japonicus</i>	Water insect
Eudistomin C, E	<i>Eudistoma olivaceum</i>	Antiviral activity
Squalamine	<i>Squalus acanthias</i> guts	Antiviral activity
<b>Antitumor activity</b>		
Amphidinolide B	<i>Amphidinium</i> sp.	L1210 leukemia cell, IC <sub>50</sub> 0.14 ng/mL
Scytophycin B	<i>Scytonema pseudohofmanni</i>	KB cell, IC <sub>50</sub> 1 ng/mL
Thyrsiferyl 23-acetate	<i>Laurencia obtusa</i>	P388 leukemia cell, IC <sub>50</sub> 0.4 ng/mL
Halichondrin B	<i>Halichondria okadai</i>	B16 melanoma cell, IC <sub>50</sub> 0.093 ng/mL
Okadaic acid	<i>Dinophysis</i> spp.	P388 leukemia cell, IC <sub>50</sub> 1.7 ng/mL
Tedanolide	<i>Tedania ignis</i>	P388 leukemia cell, IC <sub>50</sub> 0.016 ng/mL kB cell, IC <sub>50</sub> 0.25 ng/mL
13-Deoxytedanolide	<i>Mycale adhaerens</i>	P388 leukemia cell, IC <sub>50</sub> 0.094 ng/mL kB cell, IC <sub>50</sub> 0.22 ng/mL
Bistheonellide A, B	<i>Theonella</i>	P388 leukemia cell, IC <sub>50</sub> 15 ng/mL
Swinholide A	<i>Theonella swinhoei</i>	P388 leukemia cell
Cinachyrolide A	<i>Cinachyra</i> sp.	L1210 cell growth, 0.4 ng/mL
Calyculin A	<i>Discodermia calyx</i>	L1210 leukemia cell, IC <sub>50</sub> 0.74 ng/mL
Theopederin A	<i>T. swinhoei</i>	P388 leukemia cell, IC <sub>50</sub> 0.05 ng/mL
Manzamine A	<i>Haliclona</i> sp.	P388 leukemia cell, IC <sub>50</sub> 0.07 µg/mL
Discorhabdin A	<i>Latrunculia brevis</i>	P388 leukemia cell, IC <sub>50</sub> 0.05 µg/mL
Girodazole	<i>Pseudaxinyssa cantharella</i>	P388 leukemia cell
Clavulone IV	<i>Clavularia viridis</i>	L1210 leukemia cell, IC <sub>50</sub> 0.3 g/mL
Punaglandin 3	<i>Telesto riisei</i>	L1210 leukemia cell, IC <sub>50</sub> 0.02 µg/mL
Dolastatin 10	<i>Dolabella auricularia</i>	P388 leukemia cell, IC <sub>50</sub> 0.04 ng/mL
Bryostatin 1	<i>Bugula neritina</i>	P388 leukemia cell, IC <sub>50</sub> 0.89 µg/mL
Cephalostatin 1	<i>Cephalodiscus gilchristi</i>	P388 leukemia cell, IC <sub>50</sub> 10 <sup>-11</sup> -10 <sup>-9</sup> µg/mL
Didemnin B	<i>Trididemnum solidum</i>	L1210 leukemia cell, IC <sub>50</sub> 2 ng/mL
Patelazole B	<i>Lissoclinum patella</i>	KB cell, IC <sub>50</sub> 0.3 ng/mL
<b>Anti-inflammation activity</b>		
Manoalide	<i>Luffariella variabilis</i>	Anti-inflammation
Pseudopterogorgia A	<i>Pseudopterogorgia elisabethae</i>	Anti-inflammation
Discodermin A~D	<i>Discodermia küensis</i>	Anti-inflammation
<b>Cardiac activity</b>		
Anthopleurin A	<i>Anthopleura xanthogrammica</i>	Cardiac activity
Xestospongin A	<i>Xestospongia exgua</i>	Cardiac activity

<sup>a</sup>Species specific (*Candida*, *Trichomonas*, *Trichophyton*)

표 3. 이온통로에 대한 해양성 독소들의 영향

독소	기원	이온통로	작용
Tetrodotoxin	Puffer fish	Na (site 1)	Suppression
Saxitoxin	<i>Alexandrium</i> sp.	Na (site 1)	Suppression
$\mu$ -Conotoxin	<i>Conus geographus</i>	Na (site 1)	Suppression
Anemonia toxin- II	<i>Anemonia sulcata</i>	Na (site 3)	Suppression
Anthopleurin A	<i>Anthopleura xanthogrammica</i>	Na (site 3)	Suppression
Ciguatoxin	<i>G. toxicus</i>	Na	Activation
Brevetoxin	<i>Gymnodinium breve</i>	Na	Activation
Striatoxin	<i>Conus striatus</i>	Na	Activation
Palytoxin	<i>Palythoa</i> sp.	Na pore	Activation
Maitoxin	<i>G. toxicus</i>	Ca, Na pore	Activation
		Ca	Suppression
$\omega$ -Conotoxin	<i>C. georraphus</i>	Ca	Suppression
$\kappa$ -Conotoxin	<i>C. georraphus</i>	K	Suppression

로부터 분리된 Lectin들은 각각 형질전환 활성화 (blastogenic transformation activity)과 항바 이러스 활성을 갖고 있었으며, 뱀장어의 소화관이나 간에서 분리된 GL-1 lectin은 시험관 시험에서 신경세포의 성장을 촉진시키기도 하였다.

#### 4. 생물활성 시약들

독성을 갖는 수천종의 해양생물들이 있다. 이중 극히 일부 독성물질만이 구조가 밝혀져 있고 생명체에 대한 생물활성이 알려져 있다. 해양생물로부터 분리된 생물활성 물질과 독소물질들을 각각의 활성과 이온통로(ion channel)에 따라 표 2와 3에 열거했다. 이런 화합물들의 생명체 내에서의 반응이나 화합물들끼리의 상호작용은 매우 독특하여 약리학, 생리학, 기초 생물학 분야에서 생물활성 시약으로 활용될 만한 잠재력을 지니고 있다.

### II. 미국의 시장 현황

해양성 기능성 물질에 대한 미국시장은 역사적으

로 어유제품, 상어연골, 상어간유, 최근의 고급지방산 제품과 효소들을 포함한 건강식품이나 식이보충 성분들과 함께 시작되었다. 이런 제품들은 관절염 증세 및 심장혈관계 질환의 완화제나 유아들의 뇌 및 신경발달, 암 치료시 혈관의 분화와 생성을 억제하는 특성이 탁월한 상어연골 등이 상품화되어 있다. 이것들은 인간이나 인간들이 키우는 애완동물들을 위해서 개발되어 왔다.

높아지는 소비자들의 인식이 그러한 특별한 제품들을 약품이나 대량유통, 다단계판매, 통신판매 등으로 유도하고 있다. 식이성분 건강과 교육헌장(Dietary Supplement Health and Education Act)에는 의약품 승인을 위하여 임상시험 단계에 있는 해양성 기능성 제품에 대하여 제조업자가 적당한 정도의 홍보 및 광고를 할 수 있도록 허가하고 있다. 건강식품 분류(health food class)와 상관없이 많은 제조업자 및 공급업자들은 해양성 기능성 제품들을 포함한 많은 기능성 식품들을 개발하여 왔다. 이러한 기능성식품(nutraceutical foods)들은 현재 일반적으로 recovery foods, medicinal food, health promoting foods 등으

로 불리우고 있다. 미국의 천연물 제품 소비자들은 이러한 새로운 기능성 제품들을 받아들이도록 교육 받고 있으며, 미국의 제조업자 및 공급업자들은 지금 해외에서 인기있는 기능성 제품들에 대한 정보가 주는 이익까지도 거둬들이는 실정이다.

유럽과 일본은 일반 국민들의 건강관리 비용을 절감시키기 위해서 기능성 식품들의 이용을 적극적으로 권장해 오고 있다. 이것은 영양과 건강식품 산업을 활성화 시켜서 건강유지에 관심이 많은 소비자들에게 기능성 제품을 공급하고, 제조업체로 하여금 많은 제품들을 공급하게 하는 계기가 되고 있다. 최근에 미국업체도 이 기능성 식품 시장에 큰 관심을 갖고 있으며, 주제와 관련된 많은 회의들이 개최되고 있는 실정이다.

## 1. 시장현황

현재의 영양 및 건강식품 시장 현황은 다음과 같다. 총 시장규모는 1996년 통계를 기준으로 한 소비자가로 보면 216억 달러 규모이다. 제품분류는 nutraceuticals and food supplements, fortified/functional foods, medical foods 등의 부류가 있다. 이 가운데 functional foods 매출액이 143억 달러이며, nutraceutical 제품이 80억 달러 매출을 기록하였다.

Functional foods는 자체식품에 함유되어 있는 기존의 잘 알려진 영양성분의 차원을 넘어서 어떤 특별한 건강상의 잇점을 주는 식품이나, 기본 영양 성분 이외에 건강상의 잇점을 주는 특별한 성분이 상당량 함유되어 있는 식품으로 정의한다. 예를 들어서 유산균들이나 특별한 건강 성분들이 함유되어 있는 요구르트 등이 좋은 예이다. Fortified foods는 영양적, 건강적 효과를 준다고 증명된 특별한 성분이 강화된 식품으로 정의되는데, 비타민 D-강화 우유나 칼슘강화 주스 등이 있다. Medical foods는 "의사의 감독 아래 소비가 되어야 하며, 식이에 의한 질병의 관리나 의학적인 평가에 의해 확립된 특별한 영양성분 요구 등에 처방

되는 식품"으로 미국 식품 의약청은 규정하고 있다. Campell Soup 회사의 "Intelligent Quisine"제품 등이 있다.

해양성 기능성 제품들은 기능성 제품 시장에서 아직 점유율은 낮지만 품목은 오메가-3-지방산, EPA (eicosapentaenoic acid), DHA (docosahexaenoic acid) 등이 풍부한 어유나 DHA가 풍부한 조류 기름, 대구나 상어 간유, 상어연골, 키틴 및 키토산, 해삼, 홍합, 해초류 등으로 다양한 출처를 갖고 있다.

상어 연골의 시장규모는 이 물질의 항암 활성이 보고된 뒤로 급격히 증가되었지만, 현재 소매가로 1억 7천만불 규모 밖에는 안된다. 그러나 연골에서 추출된 황산콘드로이친이라는 물질의 치료효과가 입증되면서 상어 연골의 판매는 매우 꾸준하게 신장되고 있다. 황산콘드로이친은 항관절염, 항염증, 항암 활성 등의 효과가 있다고 알려지고 있다.

키틴과 키토산은 지방흡수제로 판매되고 있는데 갑각류 껍데기로부터 추출된 glucosamine은 관절염을 완화시키는 것으로 보고되고 있다. 상어와 대구의 간유는 비타민 A와 오메가-3-지방산이 풍부하다. 해삼은 상어연골에도 존재하는 점질 다당류인 콘드로이친을 많이 함유하고 있다. 홍합도 많은 콘드로이친을 함유하고 있으며 해초류도 몇가지 치료효과들을 나타내고 있다. *Spirulina Dunaliella*, *Chlorella*와 같은 배양된 해양 조류들은 베타카로틴, 항산화제, 기타 생물활성물질 등의 좋은 출처로서 여러가지 기능성을 갖고 있다고 알려져 있으며 *Cryptocodinium cohnii*라는 조류는 DHA가 풍부한 기름을 생산하는 것으로 밝혀졌다. 베타카로틴은 호주(Western Biotechnology Ltd., Betatene Ltd.), 미국(Microbio Resources Inc.), 이스라엘(Nature Beta) 등에서 *Dunaliella Salina*로부터 생산하고 있다. *Dunaliella*로부터 생산되는 베타카로틴은 cis와 trans형이 혼합되어 있어서 한가지 형만 있는 것보다 생물활성이 더 우수하다. *Haematococcus pluvialis*는 아스타잔틴(오렌지색의 붉은색소)과 같은 복합 카로틴을 생산하는데

이 조류는 붉은 색소를 공급할 목적으로 연어의 사료에 첨가되기도 한다. 해양조류들은 전세계에 널리 퍼져있는데 가장 큰 연구기관 중의 하나는 하와이에 있는 Cyano Tech.이다.

해양 생물로부터 분리된 오메가-3-지방산, 점질 다당류, 스테롤류, 생물활성 펩타이드 등의 기능성에 대한 좀더 많은 임상적 연구들이 수행되어야 할 것이다.

## 2. 소비자들의 관심

미국 내에서 해양성 기능성 제품들의 판매실적은 표 4와 같이 상당하다.

판매를 신장시키는 요인으로는 첫째, 소득의 43% 정도를 써버리는 베이비붐 세대들의 건강염려 증가, 둘째, 건강과 젊음을 유지하고자 하는 조류, 셋째, 여러가지 건강관련 문제에 대한 공공 연구기관의 연구결과 발표, 넷째, 건강관리 대체품들의 대중성이 높아진 것으로 현재 시장 규모는 약 180억 달러이며, 국가적인 총 건강관리 비용은 약 9,500억 달러로 추산되고 있다. 다섯째 소비자들의 건강관리에 대한 관심이 천연물, 생물체제 등을 사용하여 비용을 줄이려는 경향이 늘고 있는 것들 들 수 있다.

Medical foods에 대한 소비자들의 반응을 조사한 1997년도 보고서에 따르면 대부분의 세대들은 식품과 의료 사이의 어떤 연관성을 인정하고 있었지만 X세대들은 연관성이 있을것 같다는 정도로만 인식하고 있었다. 2,005명의 소비자에 대한 조사결과로서 66%의 응답자는 대졸 학력 이상이었다.

40~49세 사이의 응답자 중 13%는 식품과 의료 사이의 연관성을 강하게 인식하고 있어서 식품이 의약품이나 치료행위를 줄일 수 있다고 믿고 있었다. 1994년도 조사의 9%에 비하면 소비자들의 태도에 큰 변화가 일어난 것이다. 지역별 차이를 보면 산악지역 소비자들은 20%, 태평양 연안지역 소비자들은 16%, 중남부나 중부 아틀란타 소비자들은 7% 정도가 식품을 의약품으로 사용할 수 있다고 믿고 있었다.

세계적으로 해양자원으로부터의 신물질에 대한 탐색 및 연구가 계속되어 해양성 천연물과 기능성 제품들이 상업적으로 많이 개발되어 해양성 천연물과 기능성 제품들이 상업적으로 많이 개발될 것으로 기대되어 진다. 전체적으로 볼 때 소비자들의 관심이 높아짐에 따라 fortified foods, medical foods, nutraceutical 제품들의 시장규모는 더욱 확대될 것이다.

표 4. 미국의 해양성 기능성 제품 판매 실적(1996)

Type of product	Total sales (\$ million)	Natural/health food store sales	
		Sales(\$ million)	% of total sales
Shark cartilage	136	25	18
Glucosamine/ chondroitin sulfate	48	12	25
Marine supplement oils	55	11	20
EPA oils			
Cod and shark liver oils			
Algal oils (DHA)			
Microalgae	84	42	50



## 참고 문헌

- Anonymous, 1998. Marketing research on food additives. Food Chemicals Newspaper(Japan), No. 1712, p. 5.
- Anonymous, 1997a. The 1997 HealthFocus\* trend report-A national study of public attitudes and actions toward shopping and eating. HealthFocus Inc., Des Moines.
- Anonymous, 1997b. Nutraceuticals trend takes root despite definitional challenges. Nutr. Bus. J., Aug., pp. 1-3, 15.
- Borowitzka, M.A. 1993. Products from microalgae. InfoFish Intl. 5:21-26.
- Darmadji, P. and Izumimoto, T. 1994. Effect of chitosan in meat preservation. Meat Sci. 38:243-254.
- Fusetani, N. 1990. Potential drugs from marine foods. Shokuhin Kogyo 33:22-27
- Fusetani, N. 1994a. Studies on exploitation of marine biochemical resources. Nippon Suisan Gakkaishi 60:13~19.
- Fusetani, N. 1994b. Marine organisms as biochemical resources for the development of unutilized resources. In "Frontier Researches in Fisheries Science," ed. H. Reijiro, p. 107. Kouseisha-Kouseikaku, Tokyo.
- Fusetani, N., Yasumoto, K., Matsunaga, S., and Hashimoto, K. 1989. Structures of antifungal macrolides isolated from a marine sponge of the genus Mycale. Tetrahedron Lett. 30: 2809-2812.
- Gibson, R.A., Makrides, M., Neumann, M.A., Simmer, K., Mantzioris, E., and James, M.J. 1994. Ratios of linoleic acid to  $\alpha$ -linolenic acid in formulas for term infants. J. Pediatr. 125:S48-S55.
- Hata, K. and Makuta, M. 1990. Method for continuous urea adduction and its apparatus. Japan patent H2-180996.
- Hata K., Noda, H., and Makuta, M. 1992a. Production method of eicosapentaenoic acid or its ester with high concentration. Japan patent H4-128250.
- Hata, K., Noda, H., and Makuta, M. 1992b. Production method of eicosapentaenoic acid and its ester. Japan patent H4-41457.
- Hata, K. 1993. Application of eicosapentaenoic acid to medicine. In "Properties of Physiological Activities of Fish Oils," ed. K. Fujimoto, p. 101. Koseisha-koseikaku, Tokyo.
- Hirata, Y. and Uemura, D. 1986. Halichondrins-Antitumor polyether macrolides from a marine sponge. Pure Appl. Chem. 58:301-310.
- Ishibashi, M., Ohizumi, Y., Yamashita, M., Nakamura, H., Hirata, Y., Sasaki, T., and Kobayashi, J. 1987. Amphidinolide B, a novel macrolide with potent antineoplastic activity from the marine dinoflagellate *Amphidinium* sp. J. Chem. Soc. Chem. Commun. 16:1127-1129.
- Islam, N., Motohiro, T., and Itakura, T. 1986. Combined effect of heat treatment and protamine on the growth and heat resistance of *Bacillus* spores. Bull. Japan Soc. Sci. Fish. 52:919-922.
- Islam, N.M.D., Oda, H., and Motohiro, T. 1987. Changes in the cell morphology and the release of soluble constituents

- from the washed cells of *Bacillus subtilis* by the action of protamine. Nippon Suisan Gakkaishi 53:297-303.
- Kamiya, H. 1994. Utilization of high molecular-bioactive substances from marine organisms. In "Frontier Researches in Fisheries Science," ed. H. Reijiro, p. 107. Kouseisha-Kouseikaku, Tokyo.
- Kershman, J. 1997. Food R&D-Mysterious market. Snack Food Wholesale Bakery, Aug., pp. 59-60.
- Kyle, D.J. 1996. Production and use of single cell oil which is highly enriched in docosahexaenoic acid. Lipid Technol. 8:107-110.
- Lavelle, F., Zerial, A., Fizames, C., Rabault, B., and Craudeau, A. 1991. Antitumor activity and mechanism of action of the marine compound girodazole. Invest. New Drugs 9:233-244.
- Matsunaga, S., Fusetani, N., Hashimoto, K., Koseki, K., and Noma, M. 1986. Bioactive marine metabolites. Part 13. kabiramide C, a novel antifungal macrolide from nudibranch egg masses. J. Am. Chem. Soc. 108:847-849.
- Matsunaga, S., Fusetani, N., Hashimoto, K., Koseki, K., Noguchi, H., Noma, M., and Sankawa, U. 1989. Bioactive marine metabolites. 25. Further kabiramides and halichondramides cytotoxic peptides from *Hexabranhus* egg masses. J. Org. Chem. 54:1360-1362.
- Monma, M., Tanamoto, Y., and Kainuma, k. 1990. Ultrastructure of corn starch-granules digested by *Chalara paradoxa* glucosamylase. Denpun Kagaku 37:13-19.
- Moore, R.E., Patterson, G.M.L., Mynderse, J.S., Barchi, J. Jr., Norton, T.R., Furusawa, E., and Furusawa, S. 1986. Toxins from cyanophytes belonging to the acytonemataceae. Pure Appl. Chem. 58:263-271.
- Murakami, S., Takemoto, T., Zensho, T., and Daigo, K. 1955. Effective principles of *Digenea simplex*. VIII. Structure of kainic acid. J. Pharm. Soc. Japan 75:866-869.
- Nagai, H., Murata, M., Torigoe, K., Satake, M., and Yasumoto, T. 1992. Gambieric acids, new potent antifungal substances with unprecedented polyether structures from a marine dinoflagellate *Gambierdiscus toxicus*. J. Org. Chem. 57:5448-5453.
- Nagayama, F. 1990. Biochemical marine resources. In "Biotechnology and High Technology in Fisheries," ed. F. Takashima, pp. 119-139. Seizando, Tokyo.
- Norton, T.R., Kashiwagi, M., and Shibata, S. 1978. "Drugs and Food from the Sea: Myth or Reality?" ed. P.N. Kaul, and C.J. Sindermann, p. 37. Univ. of Oklahoma, Norman.
- Ohshima, T. 1996. By-products and seafood production in Japan. J. Aqua. Food Prod. Technol. 54:27-42.
- Oshima, Y., Nishino, K., and Yonekura, Y. 1986. Utilization of chitin film as a covered sheet for a wound part after skin surgery. Nishinihonhifuka 48:1119-1122.

- Ohr, L.M. 1997. Fortifying for the health of it. Prepared Foods, Nov., pp. 55-60
- Pettit, G.R., Herald, C.L., Doubek, D.L., Herald, D.L., Arnold, E., and Clardy, J. 1982. Isolation and structure of bryostatin 1. J. Am. Chem. Soc. 104:6846-6848.
- Perry, N.B., Blunt, J.W., Munro, M.H.G., and Thompson, A.M. 1990. Antiviral and antitumor agents from a New Zealand sponge, *Mycale* sp. 2, structures and solution conformations of mycalamides A and B. J. Org. Chem. 55:223-227.
- Sakai, M., Kamiya, H., Ishii, S., Atsuta, S., and Kabayashi, M. 1992. The immunostimulating effects of chitin in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. In "Diseases in Asian Aquaculture I," ed. M. Shariff, R.P. Subasinghe, and J.R. Arthur, p. 413. Asian Fisheries Soc., Manila.
- Sakamoto, H., Kumazawa, Y., Toigichi, S., Seguro, K., Soeda, T., and Motoki, M. 1995. Gel strength enhancement by addition of microbial transglutaminase during onshore surimi manufacture. J. Food Sci. 60:300-304.
- Sakemi, S., Ichiba, T., Kohmoto, S., Saucy, G., and Higa, T. 1988. Isolation and structure elucidation of onnamide A, a new bioactive metabolite of a marine sponge, *Theonella* sp.- J. Am. Chem. Soc. 110:4851-4853.
- Shimada, S. 1969. Antifungal steroid glycoside from sea cucumber. Science 163:1462.
- Skaugrud, O. and Gordon, S. 1990. Chitin and chitosan. Crustacean biopolymers with potential. In "Making Profits Out of Seafood Wastes," ed. S. Keller, p. 61. Alaska Sea Grant College Program, Fairbanks.
- Suzuki, K. 1995. Utilization and properties of a microcapsule DHA. Shokuhin To Kagaku 37:1-7.
- 〈출처 : Food Technology, 52(6), 56, 1998〉
-