

국내외기술정보

Micro-algae(微細藻類)의 이용

홍 상 필
수산물이용연구부

해조는 수천년 동안 식품으로서 그리고 다양한 화학물질의 생산원료로서 이용되어 왔다.

17세기말에서 20세기까지 대형 갈조류인 다시마, 미역등은 sodium 및 potassium carbonate 의 생산재로 이용되었고 19세기와 20세기초에는 요오드, 암모니아 및 아세톤의 원료로 이용되었으며 지난 50년 동안에는 한천, 알긴산 및 카라게난의 원료로 이용되어 왔다.(Table 1)

Table 1. Hydrocolloids from Macrophyte Algae

product	source
agar agarose	rhodophyta(<i>Gracilaria</i> , <i>Gelidium</i> , <i>Pterocladia</i>)
carrageenans	rhodophyta(<i>Eucheuma</i> , <i>Chondrus</i> , <i>Hypnea</i>)
furcellaran	<i>Furcellaria lumbricalis</i>
alginic acid (Alginate)	phaeophyta(<i>Macrocystis</i> , <i>Laminaria</i> , <i>Ascophyllum</i>)

또한 미역, 김, 다시마 등 많은 해조류는 식품으로 계속 이용되고 있으며 최근 기능성 식품으로서의 인기가 확산되면서 미국, 칠레, 프랑스, 중국, 일본 및 우리나라에서 활발하게 양식되고 있다.

예로부터 해조류는 구충제, 부스럼 예방, 한기에 방, 산후 회복등 고전적 민간요법제로 알려져 있으며 최근에는 해조내 각종 화학성분에 대한 약리학

적인 연구가 활발히 진행되면서 국내외적으로 해조를 이용한 각종 약리물질과 기능성 물질 개발에 박차를 가하고 있다.

미세조류는 광합성에 의한 무기물로부터 유기물의 변환을 담당하는 수계의 기초물질을 생산하는 생물집단으로 그 종류는 수만종에 이르고 있다. 분류학적으로는 원생동물문에 속하는 편모조 및 유글레나로부터 고등식물에 가까운 녹조, 세균으로 분류되는 원핵생물인 남조 및 prochloron 에 이르기까지 다양하다.

이와 같이 종류가 다양한 조류는 생리 및 대사역시 다양하여 지금까지 알려진 물질에 관해 살펴보면 단백질, 지질, 당질, 엑기스성분은 두말할것 없고 전형적인 2차산물인 생물활성물질도 육상식물과는 다른 다양성을 보이고 있다.

한편 미세조류를 산업규모로 이용하려는 움직임이 시작된 것은 1940년대로 제 2차대전중 석유부족에 고심한 독일이 규조를 유지원으로 검토를 행한 바 있으며 종전후 미국의 카네기 재단은 클로렐라를 단백질 급원으로서 이용을 제창한 바 있으며 미국, 이태리, 이스라엘, 체코 등에서 대량배양연구를 시작하였고 그 후 프랑스, 멕시코, 불가리아 등 많은 나라에서도 클로렐라의 이용을 검토한 바 있다.

스피리루나(Spirulina)의 경우 오래전부터 아프리카의 Chad 호수 주변의 원주민들 혹은 아즈텍인들에게 이용되어 왔으며 1960년대 프랑스는 스피

리루나의 대량 배양시험을 행한 바 있고 그 후 현재 세계도처에 10개 이상의 기업이 건강식품과 사료첨가물 및 색소원으로서 연간 약 700t 이상 생산하고 있다.

또한 내염성 녹조인 *Dunaliella*는 다량의 β -카로틴 생산능력을 가지고 있어 이스라엘, 오스트레일리아 등에서 개발이 진행되어 건강식품 및 β -카로틴 농축물로서 시판되고 있다.

최근 프랑스에서는 홍조 *Porphyridium*의 phycobillin, 황산 다당, 아라키돈산등의 생산능력에 주목하여 기업화가 진행되고 있다.

이와 같이 반세기에 걸쳐 수종의 미세조류는 생물학의 연구재료와 단백질, 액체연료 및 화학물질의 생산원료로서 주목을 받았고 최근에는 주로 경제성 높은 고품질 화학물질에 연구비중이 높아지고 있다.

현재 대만(클로렐라), 태국(스피리루나), 미국(*Dunaliella*, 클로렐라), 오스트레일리아(*Dunaliella*, 클로렐라), 이스라엘(*Dunaliella*), 체코(*Scenedesmus*), 멕시

코(스피리루나)에 잘 확립된 미세조류 생산공장이 들어서 있으며 비교적 규모가 적은 공장들도 인도, 베트남, 칠레, 프랑스, 스페인, 남아프리카등지에서 가동중이거나 현재 건설중에 있다.

본고에서는 주요 미세조류 생산품과 앞으로의 과제에 대하여 다루었다.

1. 미세조류의 생산품

미세조류는 그 종이 상당히 다양한 생물이며 이러한 다양성은 이들의 화학성분에도 반영되고 있다. 따라서 미세조류는 거의 무제한의 화학물질의 寶庫라고 할 수 있다.

현재 상업적으로 생산되고 있거나 생산이 고려되고 있는 주요 화학물질은 카로틴, phycobillin, 지방산, 다당, 비타민, 스테롤 및 사람과 가축에 이용될 수 있는 생리활성물질이다.(Table 2)

Table 2. Market Comparison and Alternative Sources of Selected Microalgae Products

product	approximate price (A \$ /kg)	market size (mt/year)	market value (A \$ million)	algae sources	non-algal sources
protein-rich biomass	0.13-1			very many species	grains fishmeal animal meal
glycerol	1-2			<i>Dunaliella spp</i>	fats
tocopherol (vitamon E)	25	2400	60	diatoms oil etc	peanut
phycocyanin (food grade)	500	na	na	<i>Spirulina</i> , <i>Porphyridium</i> , <i>Rhodella etc</i>	none
β -carotene	600	100	60-180	<i>Dunaliella salina</i>	synthetic carrot extract,
astaxanthin	3000	50-100	30-180	palm oil <i>Haematococcus pluviialis</i>	synthetic, yeast (<i>Phaffia</i>), crustacean waste
canthaxanthin	2000	na	>100	aplanospores of <i>Dunaliella salina</i>	synthetic

카로틴

카로틴류인 β -카로틴과 astaxanthin(Fig. 1)은 시장에서 각각 Kg 당 600 및 3,000 \$을 호가하고 있어 상당히 부가가치가 높은 조류 생산물질로 주목을 끌고 있다.(Table 2)

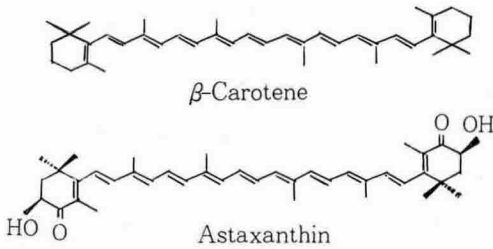


Figure 1. Chemical Structures of β -Carotene and Astaxanthin

*Dunaliella salina*의 β -카로틴은 상품화된 미세 조류의 최초 산물이며 현재 오스트레일리아, 미국 및 이스라엘에 주 생산회사가 있다. 오스트레일리아의 생산자는 5 ha이상의 shallow pond 를 그대로 이용하고 있으며 미국과 이스라엘의 경우에는 조류의 성장을 위해 paddle-wheel mixed race way pond 를 이용하고 있다.

β -카로틴은 주로 엑기스분 혹은 야채오일 현탁액 혹은 β -카로틴함량이 높은 건조 조류분말형태로 출하되고 있으며 이는 천연제품, 건강식품, 암 예방, 유리 라디칼 소거제, 양식어류의 체색개선제 등 다양한 산업분야에서 이용되고 있다.

*Dunaliella salina*의 β -카로틴 생산공정은 조류 가공에서 여러 장점이 있다.

*Dunaliella salina*는 호염성이 가장 큰 진핵생물로 최적 염도는 해수의 7-8배인 22%이며 30% 이상의 염에도 견딜 수 있어 광범위한 open-culture 가 가능하며 이 조류는 건조물 중량당 14%라는 높은 β -카로틴 함량을 보여 부가가치가 매우 높은 생물이라고 할 수 있다.

한편 조류의 생산에 문제가 되는 것은 growth-pond 에 biomass 가 1g/l에 불과하고 밀도 역시

배지의 밀도와 유사하다는 점이며 이에 따라 양식이 복잡하고 cost가 높다는 점이다. 또한 대부분의 세계시장은 합성 β -카로틴이 점하고 있으며 생산성도 합성 β -카로틴이 높다는 점이다.

그러나 *Dunaliella salina*의 β -카로틴이 합성품에 대해 경쟁력을 가지는 것은 이것이 천연품이라는 사실이다. 최근 FDA 가 식품착색제의 표시를 의무화함에 따라 생산자 및 소비자 모두 천연품에 대한 요구가 증가되고 있는 추세임을 감안할 때 천연 β -카로틴의 수요는 대단할 것으로 전망된다. 또한 *Dunaliella salina*의 β -카로틴은 대부분이 trans형인 합성품과는 달리 cis와 trans형의 혼합형이어서 생리활성이 훨씬 강하고 더우기 β -카로틴의 암예방효과 특히 피부암의 예방에 대한 증거는 β -카로틴의 수요를 증폭시키고 있는 추세이다.

현재 β -카로틴 생산자에게 직면한 주요 문제는 조류 배양공정을 개선하는 것이다. 이는 β -카로틴의 생산성과 세포내 β -카로틴의 함량을 높이는 데 있으며 이를 위해서는 생산 plant의 design의 개선, *Dunaliella*의 생리적 특성의 이해, 우수유전자 탐색 혹은 변이, 유전자공학등을 통한 우수유전자의 개발이 필요하다.

담수조류인 *Haematococcus pluvalis*를 이용한 astaxanthin(ketocarotene)의 생산은 연어, 송어 및 보리새우의 체색개선, 항산화물질, 착색제로서 또한 주목을 끌고 있으나 상업적인 배양에 여러 문제점이 있다.

첫번째로 *Haematococcus pluvalis*는 담수조류이며 따라서 open-air 배양은 많은 불필요한 조류에 의한 오염으로 인해 상당히 어렵다. 따라서 *Haematococcus pluvalis* 배양은 tubular photo bio reactor 와 같은 밀폐형 배양체계를 요구하며 몇가지 pilot scale 단위를 시험한 바 있으나 이러한 체계는 여전히 몇가지 섬세한 고안을 요구하고 있다.

두번째로 *Dunaliella*와는 달리 *Haematococcus pluvalis*는 동적이고 편모가 달린 세포에서 growth cycle 동안에는 정적이고 세포벽이 두터운 aplano-spore로 변하는데 여기에 astaxanthin 이 축적된

다. 이러한 현상은 세포의 물리적 성질 및 영양요구가 배양과정중에 변화하고 있음을 의미하며 이러한 변화는 성장회전(growth cycle) 동안 성장에 필요한 최적조건을 변화시킨다.

세번째로 aplanospore의 astaxanthin의 함량은 건물중량당 단지 1-2%에 불과하며 이 포자의 두터운 세포벽은 astaxanthin의 추출이나 동물등의 소화 흡수를 위해 사전에 파괴시켜야 할 필요가 있다. *Haematococcus*의 aplanospore를 분쇄하여 사료로서 이용시 연어와 송어의 훌륭한 체색개선효과가 있음이 보여진 바 있고 tocopherol보다 훨씬 높은 항산화력을 보이는 특징이 있다.

한편 astaxanthin의 높은 가격과 급속한 양식어

산업의 성장은 astaxanthin의 장래를 밝게해주고 있다. 주요 경쟁품은 합성 astaxanthin이지만 이것 역시 천연품이라는 특성을 가지고 있다. 현재 천연 astaxanthin은 가재, 크릴등 갑각류로부터 생산되고 있지만 astaxanthin의 함량이 낮아 고농도의 함량을 가지는 우수조류를 이용한 astaxanthin의 생산가능성에 대한 기대가 모아지고 있다.

상업적 수준의 조류 astaxanthin의 생산기술개발은 높은 색소함량을 가지고 고온에 견딜 수 있는 조류의 선발과 효과적인 폐쇄 배양체계의 개발을 필요로하고 있다.

Table 3에는 *Dunaliella*의 카로틴과 *Haematococcus*의 astaxanthin의 생산공정을 비교해 놓은

Table 3. Comparison of the *Dunaliella salina* β -carotene Process with the *Haematococcus pluvialis* Astaxanthin Process

	<i>Dunaliella salina</i>	<i>Haematococcus pluvialis</i>
product	β -carotene	astaxanthin
product formulation	1% solution in oil; up to 30% suspension in oil; dry algal powder	dry algal powder
carotenoid content in the cell	8-15% of dry wt	1-2% of dry wt
properties of algae	wall-less flagellate; fragile	motile, cell wall-less flagellate, fragile; In stationary phase, thick-walled aplanospore
optimal environment for growth	salinity > 20% w/v NaCl optimum temperature 30-40°C high light	salinity << 1% w/v NaCl optimum temperature 15-20°C high light
large-scale culture systems	very extensive, unstirred ponds paddle wheel ponds; concentration, stabilization formulation	paddle wheel ponds (culture unstable); tubular photobioreactors stabilization
harvesting	relatively complex-flocculation and/or centrifugation	relatively simple-settling and/or centrifugation
processing	relatively complex-extraction, purification, concentration, stabilisation, formulation	relatively simple-drying, homogenization, stabilisation
approximate value of biomass (based on carotenoid content in cell as shown in []).	US \$ 30.00/kg [5%] US \$ 60.00/kg [10%]	US \$ 30.00/kg [1%]

것이다. 이 표에서는 다양한 조류와 생산물은 다양한 접근을 요구하고 있음을 보여주고 있다.

한편 또다른 루테인이나 칸타잔신과 같은 조류 카로틴류는 현재로서는 전망이 밝지 않다. 어육의 색소개선제로 주로 사용되어 온 칸타잔신은 현재는 사용되지 않는 추세이며 계란의 색소개선을 위해 사료로서 사용된 루테인의 경우는 Marigold petal로부터 싸게 얻을 수 있다.

조류 xanthophyll인 peridinine 이나 fucoxanthin 등은 양계산업에 있어 난황 착색제로서 유망하며 특히 α - 및 β -카로틴과 더불어 발암억제력이 높은 것으로 보고된 바 있어 향후 암예방제로서의 이용이 기대되고 있다.

지 방 산

카로틴류와는 달리 장쇄 지방산인 아라키돈산, EPA, DHA 는 상당히 주목을 받고 있다. 예로 적색의 단위세포인 *Porphyridium cruentum*은 아라키돈산으로서 이상의 총지방산의 30% 이상을 함유하고 있으며 35% 이상이 EPA 인 구조류인 *Phaeodactylum tricornerutum*에 필적한 양의 EPA 를 함유하고 있다. 한편 DHA 는 *Isochrysis* 와 *Pavlova* 와 같은 *prymnesiophytes* 와 *Cryptomonad* 인 *Chroomonas salina*에 풍부하다.

지방산의 함량은 종에 따라 다양할 뿐 아니라 총 지방산 함량도 역시 다르다. 더우기 지방산의 함량과 조성은 배양조건을 변화시킴으로서 조절이 가능하다. 원하는 지방산의 생산을 위한 유전 공학적 방법이 머지않은 장래에 도래할 것이다.

조류의 지방산을 상업화 하는 데 있어서의 장벽은 비록 *Porphyridium cruentum*, *Phaeodactylum tricornerutum* 및 *Nanochloropsis salina*가 지방산을 많이 함유하고 있을 것으로 생각되지만 어떤 단일 종이 다른 종보다 분명히 우수한 지방산 생산자가 되지 못한다는 사실에 있다.

의약산업용 고순도 지방산 및 조류 지질의 생산은 효과적인 지질의 추출 및 정제기술을 요구하고

있으나 현재까지 이 분야에 뚜렷한 성과는 없다.

ω -3, EPA, DHA 는 순환기계 질환 및 관절염의 예방기능을 가지고 있으며 또한 어린이의 필수 지방산이기도 하다. 이와 같은 지방산류의 시장규모는 약 7억 9천만불 수준이며 현재 魚油가 EPA 및 DHA 의 주요 자원이지만 적절한 어육의 공급이 제한되고 있으며 품질 역시 변동적이다.

이상의 필수지방산은 양식 연체류, 갑각류 및 어류 등의 영양에도 중요하므로 이를 충족시키려는 일환으로 고품질의 조류 사료에 대한 요구가 높아지고 있다.

대부분의 부화장에서는 살아있는 사료를 선호하기 때문에 자체적으로 조류를 배양하고 있지만 이와 같은 작은 규모의 조류배양은 일반적으로 불안하고 배양에 실패한 사례 역시 많은 데 이것은 주로 기본적인 배양 system 이 사용되고 운영자의 경험 부족 때문인 것으로 생각되고 있다.

만일 상당한 지방산 함량을 가지는 미세조류를 합리적인 비용으로 생산할 수 있다면 이런 문제는 극복될 수 있을 것이다.

이러한 예로 독립영양적으로 배양된 *Tetraselmis* 가 한동안 이용되었으며 사료로서 효과적이었다. 그러나 조류의 조성이 양식어의 영양에 대해 최적화되지 못하였고 또한 생산비가 높은 것이 문제로 남아있다.

다당과 sterol

미세조류는 다양한 종류의 다당을 생산하고 있지만 그 중 일부는 귀중한 성질을 보이고 있으나 관련분야의 연구 미비로 아직은 상업성을 평가할 수 없는 상황이다.

아마도 특성이 규명된 것은 적색의 단위세포인 *Porphyridium cruentum* 이 생산하는 다당이며 이 조류의 배양 system 은 개발되어 있다. 또다른 조류는 *Rhodella reticulata* 및 남조류이다.

조류다당의 상업화에 있어서의 문제는 대부분의 다당생산비보다 훨씬 높은 Kg 당 10-20\$ 이 소요

된다는 것이다. 특별히 독특한 성질을 가진 다당이 발견되지 않거나 다당을 저가로 생산하는 것이 확립되지 않는다면 조류로부터의 다당 생산은 가능하지 않을 것이다. 그러한 체계가 바로 고정화 조류를 이용하는 연속배양 system 으로 세포의 다당을 생산하는 것인데 이러한 공정을 위해서는 단순하고 싼 추출 및 정제 공정이 필요할 것이다.

sterol 역시 다당과 유사한 상황이다. 조류는 일정량의 sterol 을 생성하며 상당부분이 기존의 sterol 과는 다르다. 함량은 건물의 0.1%이며 상업화된다면 고가일 것이다.

Phycobillin

Phycocyanin 과 phycoerythrin 은 홍조 혹은 남조류에서 쉽게 분리될 수 있다. 고순도 phycobillin 이 의약품과 면역실험용 형광 label체로 이용되고 있다. 이러한 phycobillin 은 kg 당 1,000\$ 이상으로 판매되고 있지만 현재는 시장규모가 적은 편이다.

phycobillin 은 특히 아이스크림, 요쿠르트 같은 식품에 천연 색소로서 사용될 수 있으며 현재 일본에서는 이와 같은 용도로 phycocyanin 을 이용하고 있다. 또한 이들 색소물질은 화장품에도 이용될 수 있는 데 이럴 경우 이상의 색소물질에 대한 시장규모가 크게 확대될 것으로 예상된다.

생물활성 물질

최근 하나의 관심분야는 조류에 의한 사람과 동물에 적용할 수 있는 생리활성물질의 생산이다.

지금까지 조류의 탐색은 제한적이었지만 항암, 항균성을 가지는 물질들이 남조류로부터 분리되었으며 다른 약리적 성질을 가진 물질들도 발견되었다. 이러한 물질들이 의약으로서 적절하다고 확인된다면 이중 상당수는 합성에 의해 생산될 것이다. 그러나 몇몇 복잡한 화합물의 경우는 조류배양에 의한 생산이 필요할 것이다.

보편적으로 함량이 낮은 이러한 물질들은 부가가치가 높을 것으로 생각되는 바, 보다 싼 배양법과 추출기술의 개발이 요구되고 있다.

조류 특히 *Dinoflagellate* 와 남조류는 또한 다양한 toxin 을 생산하며 이중 어떤 것은 유용한 연구도구가 되고 있다. 예로 *Dinoflagellate* 가 생성하는 saxitoxin 은 신경의 Na channel 연구에 사용되고 있어 연구용 혹은 어류의 독을 분석하는 데 표준물질로서 사용가치가 있다.

앞으로의 과제

귀중한 화학물질과 기타의 물질 생산을 위한 조류의 이용은 아직은 초보단계이다.

Dunaliella 의 β -카로틴 생산 plant 는 아직 10년 이 채 안되었으며 *Haematococcus* 의 astaxanthin 은 이제 겨우 초보적 단계이다. 따라서 조류 생산물의 상업화를 계속하기 위해서는 보다 많은 연구가 필요하며 이를 위해서는 새로운 종의 조류와 이에 대한 심도있는 생물학적, 생리학적 연구가 필요하다.

현재 대규모로 조류를 배양할 수 있는 체계는 paddle-wheel pond 에 국한되고 있다. 그러나 *Haematococcus* 에 대한 경험으로부터 이러한 체계가 많은 조류에 대해 부적절하다는 사실을 알게 되었으며 이것이 최근 closed system 인 tubular photobioreactor 에의 관심을 불러 일으키고 있으며 다양한 디자인의 배양 system 이 지금 검토중에 있다.

일부 조류 생산물 중에는 고정화 조류 system 이 적당할 것으로 생각되지만 scale up test 가 남아있고 또 하나의 system 으로서 투석 배양 system 이 시험되고 있다.

이와 같은 다양한 system 의 개발은 궁극적으로 생성량이 많고 배양 cost down 이라는 공통의 목표를 가지고 있다. bacteria 나 yeast 와 달리 조류는 빛을 요구하며 이것이 대규모의 배양 system 의 설계에 제한요인이 되고 있다. 상당수의 조류는

fragile하므로 배양액을 교반하거나 순환시킬 수 없어 가스교환이나 영양분의 공급을 어렵게 하고 있는 것이다.

현재까지 개척되지 않은 유일한 방법은 조류의 독립영양적인 배양이다. 모든 조류가 독립영양은 아니며 모든 조류 생산물이 이와 같은 독립영양적 환경에서 생산되는 것이 아니지만 잘 짜여진 독립영양 배양조를 이용한 독립영양 생장은 어떤 조류의 생성물을 생산하는 데 사용될 수 있을 것이다.

조류 연구자에게 또하나의 문제는 조류를 수확하는 일이다. 조류배양물은 보통 낮은 고형물 함량을 보이며 또한 많은 조류 세포는 그 크기가 매우 작다. 이는 조류로부터 생성물을 추출하는 데 많은 비용이 소요됨을 의미한다.

조류 수확의 방법으로는 원심분리, 여과 및 침전법을 들 수 있다. 이 같은 방법 중 선택할 수 있는 수확법은 조류의 성질과 추출하고자 하는 최종 물질 및 상대적인 자본과 운전비용에 달려있다고 볼 수 있다.

이와 같이 조류 biomass를 수확하기 위한 방법과 적정조건에 대한 연구는 상당히 필요하며 또한 조류생산물의 추출과 정제에 관한 연구 역시 필요하다.

어느면에서는 이러한 추출 정제방법은 조류의 성장과 수확에 관한 연구보다 더 잘 이해되어 있다. 왜냐하면 추출 정제방법은 식물세포, 효모 및 세균으로부터 추출하는 방법과 유사하기 때문이다.

그러나 조류는 몇가지 특별한 문제를 남기고 있으며 경제성 있고 효율적인 추출법의 개발이 필요하다고 생각된다.

결 론

최근 해양 생화학자원의 개발에 대한 관심이 집중되면서 다양한 미세조류의 화학성분에 관한 연구가 활발하게 되었으며 의약품 및 연구시약의 개발과 관계된 생리활성물질, 식품첨가물, 화장품소재, 화학공업 원료로서 이용될 수 있는 색소, 엑기스,

항기성분, 점질다당, 지방산 및 석유대체연료 가능성 등을 가지는 액상 탄화수소등 흥미로운 성분을 만들어 내는 조류가 점차 발견되고 있다. 미세조류는 종류가 극히 많지만 현재 연구는 걸음마 수준이라고 하여도 과언은 아닐 것이다. 특히 바다 조류에 관한 연구는 극히 미비한 상태이며 향후 기초연구와 주변기술의 개발이 병행된다면 커다란 성과가 기대된다.

원래 미세조류의 이용은 식량문제 해결에 도움을 줄 수 있는 사회적 필요성이 발단이 되었지만 식량 원으로서 뿐만 아니라 폐수처리 및 대기중의 이산화 탄소의 감소등 환경문제에도 미세조류를 이용하려는 구상이 오래전부터 있어 왔다. 최근에는 우주 공간에서의 이용에 관한 기초연구도 행하여지고 있다.

조류를 이용한 생물공학 산업은 모든 조류생산물의 계속적인 시장확대를 필요로 하고 있다. 그러기 위해서는 조류생산물이 다른 생산물보다 우수하다는 의식의 고취 뿐 아니라 조류생산물의 표준규격이 설정되고 적절한 허가가 이루어져야함을 필요로 하고 있다.

이상과 같이 극복해야할 여러가지 한계성에도 불구하고 조류는 귀중한 화학물질원으로서 향후 상업적인 생산이 기대되고 있다.

참 고 문 헌

1. Michael A.B.: Products from microalgae. Infofish International, 1993 pp 21-26.
2. 大石圭一: 海藻の科學-微細藻類의 科學, 朝倉書店, 1993
3. 松野隆男: 色素-마리논 바이오, CMC, 1989, pp250-255.
4. 松野隆男: 動物のおけるカロテノイドの生理機能と生物活性, 化學と生物, 28(4), 1990, pp219-227.
5. Miki, W: Biological function and activities of carotenoids. Pure. Appl. Chem., 63,

1991, pp141-146.

6. Nelis, H.J. and De Leenheer, A.P. : Microbial sources of carotenoid pigment used in foods and feeds. J. Appl. Bacteriol., 70, 1991, pp181-191.

7. Johnson, E.A. and An, G.H. : Astaxanthin from microbial source. Crit. Rev. Biotech., 11(4), 1991, pp297-326.

8. Kobayashi, M., Kakizono, T. and Nagai, S. : Enhanced carotenoid biosynthesis by oxidative stress in acetate-induced cyst cells of a green unicellular algae, *Haematococcus pluvalis*. Appl. Environ. Microbiol., 59(3), 1993, pp867-873.

9. 西野輔翼 : -カロテンによるがん豫防. New Food Industry, 36(5), 1994, pp6-10.

국내외기술정보

소금갈이의 원리와 믹서기의 신개발

이 남 혁
수산물이용연구부

1. 서 론

어육을 원료로 한 연제품의 제조기술은 전통적인 경험에 의해 확립된 것이어서 그 제조원리에 관해서는 아직도 확실히 밝혀지지 않은 점이 많이 남았다. 그러나, 어육단백질에 관한 연구법의 눈부신 발전에 의하여 이러한 과제에 대해서도 부분적으로는 해결의 전망이 보이기 시작했다. 연제품의 제조과정은 Surimi의 해동, 소금갈이

(Salted-ground), Suwari(setting, Pre-incubation), 그리고 가열처리 단계가 존재한다. 그러므로, 각 처리 단계에 있어서 일어나는 근원섬유 단백질의 거동을 분명히 밝히는 것은 대단히 중요하다. 또한, 같은 처리과정중에 있어서 일어나는 근원섬유단백질의 움직임을 다른 어종 간에서 비교하고 어종에 따른 특징의 상이함을 분명히 밝히는 연구도 필요한 것이다. 그림 1에는 연제품의 제조공정을 나타내었다.

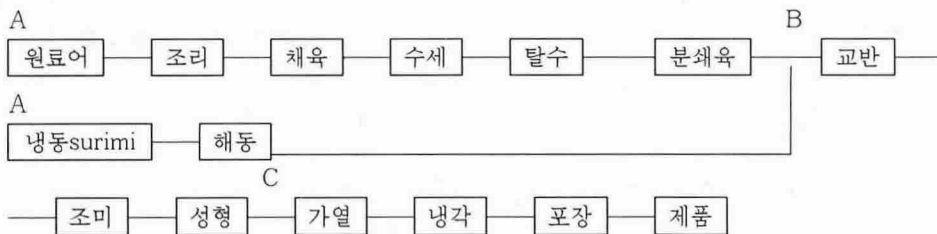


그림 1. 제조공정

A. 우선 원료어는 뼈, 머리를 제거한 후 채육하여, 이것을 수세하여 혈액, 수용성 성분을 제거하여 탈수시킨 것이 Surimi이다.