

국내의 기술정보

# 바다로부터 얻을 수 있는 식품 첨가물들

이 부 용

특용작물가공팀

“바다의 보물”하면 일반인들은 스페인의 금화나 은덩어리, 루비가 박힌 보석, 고대 로마나 이집트의 골동품 주전자, 기타 값나가는 유물들을 떠올리게 된다. 그러나 식품 과학자들은 “바다의보물”하면 어유(fish oil), 알긴산염(alginates), 카라기난(carrageenan), 아가(agar), 효소들, 무기질, 소금 및 일반인들의 관심을 끌지는 못하지만 식품에 첨가되어 기능적, 영양적 효과를 발휘하는 많은 다양한 성분들을 떠올리게 된다.

이런 상상을 하면서 잠수함을 타고 해저를 여행하려면 너무 오랜 시간이 걸리기 때문에 아마도 칫솔을 여분으로 더 준비해야 할 것이다.

노르웨이의 조밀한 해초숲, 코스타리카 주변의 해저화산, 대서양 어딘가의 청어(Men handen)떼들, 지중해의 멸치, 멕시코만의 굴밭, 아일랜드 해안의 맑은 물과 기타 여러지역 등 돌아볼 곳이 매우 많다.

때때로 1.5마일 깊이의 바닷속을 오르락 내리락하므로 멀미약이 필요하게 될지도 모른다.

자! 이제 잠수함의 출입문을 꼭 잠그고 바닷속 여행을 떠나보도록 하자!

우리가 현장에서 볼 수 있는 유용한 식품 첨가물들을 만나게 될 것이다.

## 1. 개량된 아가는 낮은 온도에서도 용해된다.

아가는 *Rhodophyceae*라는 해조류로부터 추출된 수용성 콜로이드 물질로서 겔화제, 분산안정제, 유화안정제 및 여러가지 용도로 식품산업에 많이 쓰이고 있다. 그러나 한가지 결점은 아가가 최대의 수화력과 겔강도를 나타내기 위해서는 끓는점 가까이 가열되어야만 한다는 것이다. 조지아주의 아틀란타에 있는 Bunge Foods사는 더 낮은 온도에서도 훨씬 증가된 겔화능력을 나타내는 아가를 제조하였다.

이 회사 제조 관계자에 따르면 이 개량된 아가는 125°F(약51.6°C)에서도 쉽게 용해되며 온도가 더 내려가면 최대의 강도를 나타내는 겔이 된다. 보통의 아가는 이 온도에서 잘 용해되지 못하므로 온도가 더 내려갔을때에도 겔을 형성하지 못한다. 겔화 온도를 낮출 수 있다는 것은 에너지를 절약할 수 있을 뿐 아니라 시간을 절약하고 제품의 풍미와 색, 조직감을 개선시킬 수 있다는 것을 의미한다.

이 새로운 아가 제품의 상품명은 “Keylated Agar”로서 특허 제품이다. 이 제품은 기존의 천연 아가를 높은 온도와 압력하에서 휘저어주고 원래의 분자량과 분자 구조 변화를 최소화하면서 냉각과

마쇄를 반복하여 제조된다.

이와 같은 조건에서는 단지 내부의 수소 결합만이 파괴되어 아가는 쉽게 물분자를 흡수하여 수화될 수 있는 구조가 된다.

이처럼 특별히 가공된 아가는 낮은 온도 조건에서도 잘 분산되고 수화되지만 18°F(약82°C) 정도로 가열되면 수화력이 더 크게 증가한다. 냉각시키면 용액의 점도가 급격하게 증가하여 85°F(약29.4°C)부터 겔화가 일어나기 시작한다.

가공 처리되지 않은 아가도 용해후 냉각시키면 점도가 급격히 증가하는 현상이 일어나지만 수화가 제대로 되지 않아서 겔 강도가 매우 낮게 나타난다.

또한 가공 처리된 개량 아가는 천연의 아가와 비교할때 가열 용해후 어려가지 온도에서 5분간 유지시켰을때 겔 강도에 큰 차이가 난다. 천연의 아가는 충분한 겔 강도를 얻기 위해서는 약 190°F(약 87.7°C)로 가열, 용해 되어야 하지만 개량 아가는 약 130°F(약54.4°C)로만 가열되어도 냉각후 충분한 겔강도를 나타내며, 투명성과 동질성도 훨씬 뛰어나다.

따라서 가공 처리된 개량 아가는 요구르트, 푸딩, 사탕, 빙과류, 크림, 영양 음료 및 다양한 제품에 사용될 수 있다.

## 2. 바닷속의 효소들은 넓은 온도 범위에서도 기능을 발휘한다.

캘리포니아 소재의 Diversa 생명공학 회사는 깊은 바닷속에서 사는 미생물들로부터 몇가지 새로운 효소들을 발견하였다. 유전자 재조합기술을 이용하여 대량 생산되면 식품이나 음료 제조에 이용될 수 있는 것들이다.

바닷속에서 열수가 분출되는 분화구 근처에 살고 있는 "Pompei"벌레에 살고 있는 미생물에 존재하는 효소들이 좋은 예이다. 이 벌레는 약 4인치 크기로써 지구상의 어떤 생명체보다도 고온에서 살아 가고 있다. 이름이 암시하듯이 이벌레들은 화산분

화구 근처의 열탕속에서 군락을 이루며 서식하고 있다. Diversa사, Delacoare대학, Rutgers 대학의 과학자들은 이 생명체가 104°F(약40°C)에서 살아 가고 있음을 밝혀냈다. 또한 특별히 머리부위는 72°F(약 22°C)에 노출되어 있을때는 꼬리부분이 172°F(약77.7°C)의 고온에 있어도 생존하고 있었다.

이와같은 급격한 온도차이에서도 이 생명체가 생존하는 비결은 생명체에 존재하는 세균이 갖고 있는 효소들과 어떤 관계가 있을 것으로 추측되어 연구중이다. 한 인터뷰에서 Diversa사의 책임연구원 Stem박사는 이 효소들의 일부 특성과 식품에의 응용 가능성을 밝혔다.

어떤 Esterase효소는 최적 활성을 나타내는 온도가 176°F(약80°C)로서 고온의 가공 공정을 요구하는 식품이나 동물사료 산업에 크게 이용될 수 있을 것으로 예상되고 있다.

또 하나의 예는 지방이 많은 고래의 뼈에 기생하는 세균에 존재하는 새로운 효소들이다. 고래의 뼈는 약 20여년 동안 지방을 분비하고 이 주위에 미생물들이 군락을 이루어 살면서 이 지방을 에너지와 영양소로 전환시키는 역할을 한다. 이 미생물들은 차가운 낮은 온도에서도 활성을 갖는 esterase와 lipase들을 갖고 있으며, 이 효소들은 치즈 숙성, 빵의 노화방지, 식용의 오메가-3-지방산 생산등에 이용될 수 있다.

1994년 이후로 Diversa사는 바닷속부터 정글의 밀림, 극지방의 얼음지대에서부터 옐로우스톤의 간헐천 지대에 이르기까지 전세계의 구석구석을 조사하여 약 500개 정도의 새로운 효소와 생물질을 발견했다. 이 효소와 생물질들에 대한 추가 연구들은 진행되는 대로 계속 발표 될 것이며, 이러한 연구가 여러가지 산업에서 얼마나 중요한지를 보여주게 될 것이다.

## 3. 캡슐화된 비타민C가 양식물고기의 사료로 공급된다.

자연산 물고기는 남획으로 그 숫자가 계속 감소

하고 있기 때문에 양식 어류와 해산물의 중요성이 매우 커지고 있다.

따라서 양식에 공급되는 사료의 영양성에 따라 어류와 해산물의 양식의 성패가 달려 있다.

특히 Vit C는 L-gluconic acid를 Vit C로 전환시키지 못하는 어류에게는 외부에서 반드시 공급해야만 하는 성분이다. 적절하게 공급되지 않으면 물고기에게서 괴혈병, 척추만곡증, 식욕감퇴 등의 증세가 나타나며 상처의 치료도 느리게 된다.

연구결과에 의하면 충분한 양의 Vit C를 공급하면 좁은 가두리에서 많은 물고기가 양식될때 물고기가 받는 스트레스를 크게 감소시키는 것으로 나타났다.

그러나 불행하게도 Vit C는 사료를 만드는 공정과 저장, 유통시에 매우 불안정하다. 즉 제조과정에서 산소가 함유된 물과 접촉하면 신속히 분해되며, 저장과 유통시 공기중의 산소에 의해서도 많이 파괴되어 큰 문제이다.

이와같이 사료의 생산과 저장, 유통시의 Vit C 파괴 문제에 대하여 뉴욕의 Balchem사는 사료에 사용할 수 있는 좀더 안정한 형태의 Vit C를 개발했다. Vit C에 코팅하여 캡슐화시켜 산소와 접촉하여도 파괴되지 않게하여 물고기의 위에서 캡슐이 분해되어 Vit C가 흡수 이용되도록 한 것이다.

비록 Vit C를 캡슐화하는 기술이 새로운 것은 아니라도 해양자원의 양식이 점점 증가하는 추세에서 볼때 양식용 사료 제조 업자들에게는 매우 중요한 것이다.

Balchem사의 Carl Pacifico에 따르면 이 기술은 아시아지역의 사료 생산 업자들을 대상으로 하여 개선되고 있는데 아시아 지역의 업자들은 미국처럼 캡슐화된 Vit C를 사료에 첨가하는 것이 아니라 Vit C가 첨가된 사료 전체를 캡슐화시키는 것을 원하고 있기 때문이다.

1997년 IFT 연례회의에서 발표된 논문을 보면 캘리포니아의 Nature Sealect사는 오메가-3-지방산이 강화된 사료로 양식한 연어의 오메가-3-지방산 함량이 다른 양식 연어의 2배 정도로서 자연산

연어의 함량과 비슷하였다고 보고하고 있다.

오메가-3-지방산은 심장혈관 질환, 고혈압, 암, 염증, 면역체계 질환에 예방 및 치료 효과가 인정되고 있는 유용한 물질이다.

#### 4. 정제된 어유(fish oil)는 좋은 영양 강화 성분이다.

최근의 몇몇 연구논문들은 오메가-3-지방산이 풍부한 어유를 섭취하면 유방암의 발생위험을 감소시키고, 혈액의 지방 함량을 낮추고, 류마치스에 의한 염증을 감소시키는 등의 많은 영양적, 건강적 이득을 얻게 된다고 보고하고 있다.

1997년에 미국FDA는 청어유를 긴사슬을 갖는 오메가-3-지방산의 천연 소재로 승인하여 GRAS(일반적으로 안전하다고 인정되는) 등급으로 분류하였다.

유럽과 다른 여러나라의 소비자들은 수십년동안 청어유를 섭취하여 왔다.

미국의 버지니아주에 있는 Omega protein사는 청어유를 정제하여 제빵용, 셀러드유, 튀김유 등으로 시판하고 있다.

이 제품은 현재 향을 조합하여 대용량의 드럼 단위나 탱크 통단위로 이용되고 있다.

뉴욕의 Basf사는 청어유를 캡슐화시킨 형태로 제조하여 "Dry n-3™ menhaden"라는 상표로 판매하고 있는데 산패가 빠른 어유를 각종식품배합에 자유롭게 이용되도록 하고 있다.

미세 캡슐화된 오메가-3-어유는 유럽, 아시아, 중동지역에서 제빵, 파스타, 영양식품, 시리얼, 음료, 유아식 등에 널리 사용되고 있다.

뉴저지주의 Roche Vitamin사도 긴사슬의 불포화 지방산 어유를 분말형태로 개발하여 "Ropufa"라는 상표로 판매하고 있다.

이 어유분말은 물고기의 비린내가 나지 않으며 기존의 지방대체 효과가 있어서 우유음료, 셀러드 드레싱, 오렌지쥬스, 빵, 시리얼, 영양식품, 기타음료나 여러가지 가공식품 등에 널리 사용되고 있다.

이 분말은 미세 캡슐화된 것으로서 찬물에도 잘 분산되고 매우 안정하며, 기름층에도 쉽게 분산되어 산패가 방지 되도록 되어 있다.

## 5. 알긴산염(Alginates)들은 저지방 스프레드나 과일 충전물 제조에 사용되고 있다.

알긴산염들은 해초류들로부터 추출한 천연 수용성 고분자로서 식품제조에 여러가지 용도로 사용되고 있다. 찬물에서도 잘 녹기 때문에 증점제, 겔화제, 필립형성제, 안정제 등으로 이용되고 있으며, 열에 안정한 겔을 형성하여 해동시에도 붕괴되지 않고 안정하다. 200개 이상의 알긴산 염들이 생산되며 그 중에서 알긴산 나트륨이 식품에 가장 널리 사용되고 있다.

알긴산 나트륨의 식품용도중 하나는 저지방 스프레드의 제조나, 전통적인 스프레드는 보통 80%의 지방을 함유하고 있는데 지방함량이 감소하면 원래의 W/O 에밀전을 유지시키기 위해서 유화제를 사용하여야 한다. 생산업자들에 따르면 40% 지방 함량에서도 0.3~0.7% 정도의 알긴산나트륨을 사용하면 저지방 스프레드의 물성을 안정화시키고 입안 촉감, 향미발현 효과, 퍼짐성 등이 우수하다고 한다.

최근에 Pronova Biopolymer사는 과일충진물의 제조에 사용할 수 있는 다양한 알긴산염 혼합물들을 개발했다.

이 혼합물들은 제빵 안정성, 좋은 향미발현, 수분이동억제 효과 등을 발휘하고 있으며, 찬물에도 잘 녹는 알긴산염들을 이용하여 냉장상태의 과일 충전물들을 제조하는데 사용되고 있다.

이와같이 알긴산염들로 제조된 과일충진물들은 높은 온도에서도 붕괴되지 않고 좋은 조직감과 촉감을 유지하고 있어서 제품의 저장기간 연장 효과가 있다.

## 6. 카라기난을 이용한 새로운 겔의 제조

필라델피아의 FMC사는 해초류로부터 추출한 카

라기난을 사용하여 새로운 개념의 겔을 제조하였다. 이 제품의 상품명은 "Gelcarin"으로서 향, 비타민, 무기질 등의 부형제로서 사용될 수 있는 겔 시스템이다. 생산업자들에 따르면 조금 진한 용액부터 젤리와 같은 겔시스템까지 카라기난이나 곤약(상품명 "Nutricol")이 혼합된 카라기난 혼합물을 사용하여 다양한 조직감을 얻을 수 있다고 한다.

음료, 스낵, 디저트, 제과, 영양식 등에 응용되어 새로운 형태의 제품을 소비자에게 선보일 수 있다.

마시는 디저트겔:곤약분말이 혼합된 카라기난을 0.35~0.40% 사용하면 음료의 물성이 걸쭉해지면서 향미발현이 우수하고 충전리가 일어나지 않으므로 손으로 짤 짜서 먹는 겔타입의 음료를 제조할 수 있다. 이러한 겔제품은 향미가 보존되고 충전리가 일어나지 않아 저장 기간을 연장하는데 적당하다.

즉석 투명 디저트겔:카라기난을 0.68%정도 첨가하면 얼리지 않고도 15~20분안에 겔화된 디저트 겔을 제조할 수 있다. 우수한 향미 발현 효과를 갖는 투명겔이 제조된다. 이 겔은 보통의 가공공정에서는 파괴되지 않을 정도의 겔강도를 갖고 있으며 조직이 경화되는 현상도 없다.

말랑말랑한 사탕:카라기난을 건물기준으로 1.650%나 함수물기준으로 1.320% 사용하면 부드럽고 말랑말랑하게 씹히는 젤리 형태의 사탕을 제조할 수 있다. 이런 사탕들은 향미발현 효과가 우수하며 성형시간이 빠르고, 저장중 열에 안정하며 섭취시 이빨 사이에 덜 달라붙는다고 한다.

## 7. 여러가지 무기질들이 해양자원으로부터 개발될 수 있다.

가공식품들과 음료의 영양성분강화를 위해 사용되는 무기질들은 여러가지의 해양자원들로부터 얻을 수 있다. 이 자원들의 어떤것은 일반적으로 볼 수 없었고 예상하지 못한 것들이었다. 예를 들어 해초류로부터 얻는 성분을 생각할때 대표적으로

카라기난이 떠오르지만 해초류에는 칼슘이나 다른 무기질도 많이 함유되어 있다. 우리가 여러가지 모양으로 밝게 채색된 산호초를 볼때 아름다움에 감명을 받지만 그 골격구조에 칼슘이 매우 많이 함유되어 있다는 사실은 간과한다. 몇가지 예를 보도록 하자!

아일랜드의 남서쪽해안에서 채취한 해초류로부터 얻은 성분들이 일반 가공식품과 건강식품 등에 무기질 보급원으로 사용되고 있다. "AguaMin"이라는 아일랜드의 Celtic Sea Minerals회사에서 생산되는 천연 제품은 칼슘이 34%, 마그네슘이 2.4% 기타 다른 무기질과 미량 원소의 함량이 매우 높다. 생산업자들에 따르면 이 제품에 함유된 칼슘은 다른 것로부터 얻은 칼슘보다도 생체 이용성이 높다고 한다. 또한 식용등급의 중금속 물질들로서 무미, 무취하기 때문에 기존의 다른 제품 생산공정에도 잘 적용될 수 있다.

산호초로부터 추출한 칼슘, 마그네슘, 기타 무기질로 구성된 한 식품원료 성분이 미국 특허 (5,700,503)를 받았다. 이 특허는 일본의 M,P,G사의 것으로 자세한 제조공정은 다음과 같다.

산호초를 구연산이나 초산이 함유된 수용액에 침지하면 내부의 무기질들이 유기산의 작용에 의해 추출된다. 원심분리 등으로 상등액만 분리하여 진공농축 시킨뒤 분말로 하면 여러가지 무기질이 섞여 있는 혼합물이 된다. 이 공정은 특별한 생산시설을 필요로 하지 않기 때문에 기존의 공정에 비해 매우 단순하고 저렴하다.

### 8. 효모세포는 양식어류의 붉은색소 공급원이다.

연어나 바다송어 고기의 붉은색은 물고기가 섭취하는 먹이에 존재하는 아스타산틴(astaxanthin)과 같은 붉은색소 때문이다.

자연환경에서 물고기들은 갑각류나 다른 아스타산틴 함유 미생물들로부터 붉은색을 얻는다. 그러나 양식되는 어류들은 주위로부터 자연스럽게 붉은

색소를 얻지 못하므로 붉은 색소를 사료에 첨가해 주어야 한다.

갑각류 폐기물로부터 분리한 아스타산틴이나 인공합성된 아스타산틴과 다른 합성 색소들이 물고기 사료로 공급된다. 그러나 천연 아스타산틴의 분리 과정은 값비싼 공정으로서 계절에 따라 큰 영향을 받으며 몇가지 합성 색소는 어떤 나라들에서는 사용이 금지되어 있다. 이와 같은 문제를 해결하고자 아스타산틴 함량이 높은 효모를 물고기 양식용 사료에 사용하는 것을 가능하게 하는 방법이 미국 특허 (5,709,856)를 받았다. 네델란드의 Gistbrocades사는 아스타산틴을 생산하는 미생물이나 아스타산틴 생산능력이 개선된 변이주를 배양할 수 있는 특별한 방법을 개발했다.

현재 이 효모는 *Phaffia rhodozyma*로 알려져 있다.

### 9. 몇가지 관련 특허

무설탕 제과, 제빵 제품들도 기존의 당을 함유한 고칼로리 제품과 비슷함 관능적인 특성을 갖도록 제조될 수 있다.

말린 과일 조각과 유사한 첨가물들이 즉석 시리얼 제품에 응용되고 있으며 가열이 아닌 다른 방식으로 미리 호화된 곡류 전분들도 화학적으로 가교 결합된 변성전분들의 조직감을 갖는다.

무설탕 제과 제품: 미국 특허 5,700,511은 1997년에 나온 특허로서 무설탕 케익, 도넛, 머핀 등을 제조하는 방법이나 밀가루 함량을 기존 제품보다 높인 것으로서 옥수수 시럽의 가수분해시 나온 전분 가수분해물들을 사용하여 그 정도의 중합도를 갖는 올리고 폴리올(Oligomeric polyols)들을 형성시키는 것이다.

설탕의 단맛 대신 아스파탐을 사용한 무설탕 제품들은 외관, 조직감, 구조, 입안 촉감, 다른 관능적인 특성들이 설탕을 함유한 고칼로리 제품들과 비슷하여 당뇨병 환자나 다이어트를 하는 사람들에게 적합하다.

가열시키지 않고 미리 호화시킨 입자형 전분과 분말 및 생산과정:1998년 2월에 등록된 미국특허 5,718,770은 National Starch and Chemical Investment Holding사가 개발한 기술로서 입자형의 전분과 분말을 손상시키지 않고 미리 호화시켜 팽윤시켜 놓은 것이다.

이 전분과 분말은 어떤 화학 첨가제를 사용하지 않고도 화학적으로 결합된 변성 전분과 같은 점도와 조직감적 특성을 나타내도록 가열과는 차단되어 있다. 따라서 찬물에서도 잘 분산되어 아겔로펙틴을 함유하고 있으면 비응집성의 연고같은 조직감을

나타내고 아밀로스를 함유하고 있으면 부드럽고 균일한 겔 조직감을 나타낸다.

조립된 과일조각과 제조법 : 1998년 2월에 미국 General Mills사에 의해 등록된 미국 특허 5,718,931는 즉석시리얼 제품에 첨가되는 용도로 저지방의 물질로 코팅한 조립과일 조각의 제조법에 대하여 설명하고 있다. 이 코팅된 과일 조각은 중심부는 저수분의 겔로 구성되어 있고 겔을 특별한 형태를 갖도록 저지방 물질로 코팅한 것이다.

《출처:Food Technology, 52(4), 74(1998)》