

식품산업에서 천연 안정제와 응용 An Application and the Natural Stabilizer in the Food Industry

안봉전, 이진태 (Bong-Jeun An and Jin-Tae Lee)

경산대학교 생명자원공학부

서 론

식품공업에서 안정제는 조밀제(稠密劑: thickening agent) 또는 유화제(emulsifying agent or emulsifier) 그리고 유화 안정제(emulsion stabilizer)를 이른다. 섞이지 않는 두 물질(예를 들어 water, oil)이 안정한 혼합물을 형성하는 것을 도와주는 능력이 있는 물질들을 emulsifier라 하고, 유화(emulsion)가 형성되었을 때 그 유지를 돕는 물질을 안정제(stabilizer)라 한다(1-4). 현재 식품공업에는 천연유래, 천연물 가공품, 그리고 합성의 유화제와 안정제가 거의 모든 식품에 이용되고 있으며, 이들 중 천연유래의 유화제, 안정제에 관하여 조사해 보았다(5-7).

안정제의 정의

많은 식물들, 특히 두류식물(荳類植物)에 속하는 식물들의 열매 등에서는 여러 종류의 특이한 고무질 물질들이 발견되고 있으며, locust bean gum, guar gum 등이 여기에 속한다. 근래에 와서는 대두단백질 추출물이 탄수화물에 속하는 화합물들은 아니나 이외의 다당류와 비슷한 용도에 널리 사용되고 있다. 또한, 많은 식물들은 상처가 생겼을 때 이를 보호하기 위해서 삼출액(滲出液)을 분비하는데 이 중에는 여러 가지 점질 물질들이 존재한다. Arabic gum, ghatti gum, karaya gum, tragacanth gum 등이 그 예이다. 또한, 해조류에서도 다당류에 속하는 고무질 물질들이 추출되어 식품으로서, 또는 식품가공에 옛날부터 널리 사용되어 왔다. 한천(agar), algin, carrageenan, furcellaran 등이 그 예이다. 원래 천연검(natural gum)이란 식물에서 추출되는 점성이 큰 콜로이드 용액을 만드는 다당류를 주로 의미해 왔다. 그러나 그 본질이 단백질에 속하는 것도 예외적으로 여기에 포함시킬 수 있을 것이며, 또한 동물조직에서 추출한 성분들도 포함될 수 있을 것이다. 동물조직에서는 키틴(chitin)과 같은 탄수화물계 검물질 이외에도 젤라틴, 카제인 등의 단백질 성분들이 점성이 큰 콜로이드 용액 또는 겔을 만들 수 있다. 위에서 언급한 대두 단백질

이나 카제인 등은 그 본질이 단백질이며, 젤라틴도 단백질의 분해생성물이다. 한편, 일부 미생물들에서도 대사물질로서 특유의 성질을 가진 다당류에 속하는 검류를 형성한다. 잔탄(xanthan)이 그 예이다(8-10).

이상의 검류 대부분은 예로부터 식품으로서 또는 가공식품에 여러 가지 목적을 위해서 첨가물로서 사용되어 왔다. 이들 중 식품과 관련이 깊은 다당류를 주로 언급하고자 한다(표 1-4).

천연유래의 검류를 분류하면 다음과 같다.

- 식물조직에서 삼출된 물질(plant extracted gums)
- 식물종자에서 얻어지는 물질(seed mucillages)
- 해조에서 추출되는 물질(seaweed gums or algae gums)
- 미생물이 만들어내는 물질(microbial gums)
- 동물조직에서 얻어지는 유사한 물질(animal extracts)

식물조직에서 삼출된 검류 물질

1) 아라비아 검(arabia gum)

열대지방의 고지대에 서식하는 아카시아 속의 나무표피에서 얻어지는 분비물로 다당류에 속하는 고무질 물질이나 그 구성단위가 단일하지 않은 heteropolysaccharide이다. Arabia gum은 보통 자연에서 얻어지는 고무질 물질에 비해 물에 대한 용해도가 커서 높은 농도의 strong starch gel과 유사한 50% 농도의 수용액을 형성할 수 있다. 50% 농도의 arabia gum 수용액의 점도는 5% 농도의 karaya gum, guar gum 수용액의 점도의 1/10정도이다. Arabia gum은 thickening agent, 또는 안정된 겔을 유지하기 위한 stabilizer, 또는 빵 제조에 사용되는 emulsifier로서 제빵, 청량음료, 과자류의 제조에 사용된다. 특히 유화제로서의 성질이 우수한 것으로 알려져 있다. 한편, 일부 천연 검류는 식품 특유의 flavor를 잘 유지할 뿐만 아니라, spray drying method로 건조 분말상태로 만든 식품 중에서도 그 flavor를 잘 유지하는 사실이 알려져 있으며, 특히 arabia gum은 본래가 무미, 무취이므로 향기 고착제로서 아주 적합하다.

표 1. 일반적인 천연유래의 검류

해조로부터의 추출물 (sea plant extracts)	식물로부터의 추출물 (land plant extracts, exudates, flours)	동물로부터의 추출물 (animal extracts)
agar alginate carrageenan furcellaran	pectin arabic gum karaya gum tragacanth gum guar gum locust bean gum	gelatin

표 2. 식품 중에서 검류의 전형적인 기능

Function	Example
점착제(adhesive) 결착제(binding agent) 칼로리 조정제(calorie control agent) 결정 억제제(crystallization inhibitor) 청정제(clarifying agent) 유화제(emulsifier) 피막 형성제(film former) 거품 안정제(form stabilizer) 젤 형성제(gelling agent) 안정제(stabilizer) 팽윤제(swelling agent) 시너시스 억제제(syneresis inhibitor) 조밀제(thickening agent)	빵, 과자류의 글레이즈(bakery glaze) 소세지 섭식요(식이요법용) 식품(dietetic food) 아이스크림, 설탕, 시럽 맥주, 술 salad dressing sausage casing 맥주 pudding, desserts 맥주, mayonase processed meat cheese, frozen foods jam, sauces

표 3. 여러 가지 식품유래 검류의 특징과 그 용도

종 류	특 징	제빵의 유화제	清凉 食料	cheese spread	과자류	ice cream	meat filler	salad
arabia gum	무미함. 찬물에 녹음. 가열해도 팽윤(swelling)되지 않음. 유화제로서 우수함. 피막(film)을 형성함.	사용	사용	-	사용	-	-	-
tragacanth gum	조밀제(thickening agent)로 가장 적합함. 찬물에서 팽윤됨. 산, 알칼리에 안정함. 고온, 저온에서 안정함.	사용	-	사용	사용	사용	-	사용
karaya gum	찬물에서 팽윤됨. 조밀제로 사용됨. 부피가 증가함.	-	-	사용	-	사용	사용	-
locust bean gum	열에 의해 팽윤됨. 88°C이상에서 물에 녹음. 점성이 큼.	-	-	사용	-	사용	-	사용
guar gum	가열, 조리하여도 그 점성을 잃지 않음. 찬물에서 팽윤됨.	사용	-	사용	-	사용	사용	사용

2) Tragacanth gum

Tragacanth gum은 매우 점도가 큰 고무질 물질이며 수용액의 pH는 5내지 6이다. 이 물질은 thicker로서 가장 적합하며, 제빵, 치즈, 과자류, 아이스크림, 샐러드 드레싱(salad dressing) 등에 적합한 것으로 알려져 있다.

3) Karaya gum

Karaya gum은 물에 녹지 않으며, 물에서는 분산되어 불투명한 콜로이드 용액을 만든다. 보통 이 콜로이드 속의 카라야고무의 농도는 가열하지 않는 한 3~4%를 넘지 못한다. Apparent viscosity는 대체로 tragacanth gum과 유

표 4. 각종 식품에 대한 검류의 사용적합여부(○는 사용이 적당한 경우)

식품의 종류	arabia gum	guar gum	tragacanth gum	locust bean gum	karaya gum	agar
emulsion	○		○		○	
icing	○			○		○
jelly			○			○
salad dressing	○	○	○		○	
beer						
milk			○	○		○
fruit juice		○				
sauces		○	○	○	○	
cheese		○		○		
meats				○	○	
ice cream	○			○		
confections	○			○		○
dietetic foods	○		○	○		
flavor	○		○			

사하며 용도도 비슷하다.

식물 증자에서 얻어지는 점액질 물질

1) Locust bean gum

Locust bean gum은 locust bean 또는 carob bean에서 얻어지는 점액질 물질(musilage)이다. Locust bean gum은 다른 고무질 물질들과 같은 삼출물이 아니고 콩의 배유(胚乳)부분을 마쇄한 가루에 존재하는 점액물질로 galactomannan이다. 냉수에도 잘 용해되나 최대의 apparent viscosity를 얻으려면 가열이 필요하다. 점도는 tragacanth gum과 비슷하며, karaya gum의 약 두 배 이상이 된다. Locust bean gum의 colloid 용액은 그 자체로서는 젤을 형성하지 않으나, 카라기난(carageenan) 또는 agar 등과 함께 사용될 때는 한천이나 카라기난의 젤의 탄력성을 크게 증가시켜 준다. 중성중합체이므로 pH 3에서 pH 11에 걸쳐 점도나 안정성은 거의 영향을 받지 않는다. 치즈, 아이스크림, 충전제, 샐러드 드레싱, 유제품, 소스류, 섭식용 식품 등 locust bean gum은 수분보유력, 팽윤성, 그리고 부드럽게 녹게 해주는 역할, 최종 제품상태에서의 우수한 내열성 부여 등의 이유로 아이스크림에서 주요 안정제로 사용되고 있다. Locust bean gum의 whey off 경향은 카라기난과 결합하여 사용함으로써 막을 수 있다.

2) Guar gum

Guar gum 역시 두류식물의 증자에서 얻어지는 점액질 물질이다. Guar gum도 locust bean gum과 마찬가지로 galactomannan으로 구성되고 있으나 분자구조상 branch가 많은 구조로 되어 있으므로 locust bean gum에 비해 수화(hydration)가 더 잘 되며, 찬물속에서도 쉽게 점도가 큰 콜로이드 용액을 형성한다. 역시 중성 중합체이므로 pH 1에서 pH 10.5에 걸쳐 안정하며 염류 등에 의해 그

성질이 영향을 받지 않는다. 용도는 유화제, 농화제로서 제빵, 치즈, 아이스크림, 육류충전제, 샐러드 드레싱, 과즙, 소스 등에 사용된다. Guar gum은 locust bean gum과 유사한 수분흡수력, 수화성을 가지고 동일한 보형성, 조직감, 씹힘성, 내열성을 부여한다. 그리고 HTST 과정에서 guar gum은 찬물에서 빨리 수화되므로 locust bean gum보다 공정상 적합하다고 할 수 있다.

해조류에서 추출되는 검류

일부 해조류는 셀룰로즈 함량은 비교적 낮으나, 그 대신 그 외의 각종 다당류의 함량은 비교적 높다. 이와 같은 해조류의 다당류는 물, 산, 또는 알칼리로 추출될 수 있으며, 추출된 다당류는 앞에서 나열한 식물성 검류와 비슷한 성질을 가지고 있다. 따라서 해조류에서 추출된 검류 또한 식품, 또는 식품에 첨가되는 농화제, 안정제, 점착제 등으로 사용된다.

1) 카르기난(carrageenan)

카르기난은 홍조류에 속하는 해조들의 추출물이다. Irish moss extract라 불리어진다. 홍조류중에는 *Eucheuma*속, *Condrus*속, *Giagartina*속, *Iridaea*속 등이 있다. 가장 오래 전부터 이용되고 있는 것은 *Condrus crispus*로부터 추출된 카르기난이며 kappa성분 60%, lambda성분 40% 함유되어 있고 *Eucheum cottonii*는 kappa가 주성분이며 *Espinusum*은 lota성분, *G. acicularis*는 lambda성분이 주성분이다. 원료는 필리핀, 인도네시아 근해에 양식되는 것과 캐나다, 칠레, 아르헨티나, 영국 근해에서 수확되는 *Eucheum*으로 대별된다. 겔화 능력이 있는 kappa, lota type과 겔화 능력이 없고 점증효과만 있는 lambda type으로 분류된다.

- Kappa type

• β-D-galactose-4-sulfate와 3,6-anhydro-D-galactose

갖고 있고 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 암모늄 등의 이온 존재하에 강한 gel을 나타낸다.

- 단백질을 함유한 수용액에는 0.01~0.1%의 K-carageenan 첨가로 현저히 중점 또는 gel화한다.

- Lota type

- Kappa보다 강한 gel형성 능력이 있다.
- 동결에 의한 gel과양은 비교적 적다.

- Lambda type

- 3,6-anhydro-D-galactose가 없어 gel 형성 능력은 없다.
- 중점 효과가 있고 냉수에도 용해한다.

- 성질과 용도

- 열가역성 겔을 형성한다. 70°C까지 가열하면 용해되며, 약 40°C에서 겔화한다.
- 식품에는 jelly, 축육제품(kappa), ice cream(kappa, lota 혼합사용) 등이 사용된다.
- Locust bean gum이나 glucomannan 염류 등과 반응하여 여러 가지 식감을 만들 수 있어 gel화의 중심적 역할을 한다.
- Can coffee에서는 무균처리한 lambda type 유성분(乳成分)의 안정화 목적으로 사용된다.

2) Alginic acid and alginates(algin)

Alginic acid는 미역, 다시마 등이 속해있는 갈조류의 세포막의 주요 구성성분으로 존재하는 고분자 다당류이다. Algin이라는 이름은 alginic acid의 염들(alginate)을 말하며 sodium, calcium, magnesium, alginate의 혼합물이다. Alginic acid의 원료인 원조(原藻)는 중국, 칠레가 최대 산지이다. Algin은 펙틴, 한천과 같이 gelling agent로 사용되기 보다 안정제, 농화제, 유화제로 사용된다. Algin은 산성 용액에서 겔화되어 사용에 불편할 때가 있다. 이 경우 산성 용액에서도 겔화되지 않는 propylen glycol ester가 더 적합하다. 사용예로서 치즈, 시럽, 아이스크림, 샤벨, 농축오렌지, custard type pudding, 맥주의 거품 안정제로 사용된다. Propylen glycol alginate(P.G.A)는 sodium acetate 존재하에 alginic acid와 propylene oxide를 70°C에서 4시간 가열하여 esterfication하여 얻는다. 이 PGA는 내산성, 내염성을 갖고 있으며, algin과는 달리 산성에서 gel화되지 않기 때문에 산성 식품의 유화제, 안정제, 농화제로 적합한 알지닌산 유도체다. Sodium alginate는 수분결합력이 좋고 분산력이 빠르며 저가로 아이스크림 안정제로 널리 사용되고 있다. 첨가량 0.1~0.5%, sodium alginate의 효과는 ice cream mix의 calcium과 반응하여 이 calcium salt가 지방구의 응집을 방해하는 것으로 알려져 있다.

Alginate의 역할은 다음과 같다.

- 가공과 저장중 mix의 whipping을 돕고 빙결정의 형성을 막는다.
- 수송과 보관중 온도 변화로 인한 형태 파괴를 막아준다.
- 먹을 때 입안에서 부드럽고 고르게 녹는 느낌을 부여한다.

Sodium alginate는 아이스크림의 고농도 calcium으로 인한 침전을 막기 위해 phosphate와 결합하여 보통 사용한다. Sodium alginate-phosphate 혼합물은 유화제 glycerol monostearate와 조합하여 이상적인 안정제 기능을 한다. Alginate의 분산성은 monostearate에 의해 향상되는 한편 아이스크림 운반성과 dayness를 증진시킨다.

3) 한천(agar)

한천은 천초(天草)를 비롯한 홍조류에서 추출된 다당류이다. 천연 한천은 겨울 추위를 이용하여 제조시킨 것이며(실한천, 각한천), 공업용 한천은 공업적으로 제조시킨 것이다(분말한천).

천연 한천	공업용 한천
원조(原藻)→세정→추출→여과→응고→절단→동결→용해→건조→제품화	원조(原藻)→알칼리처리→수세, 표백→추출→여과→응고→절단→탈수(가압, 동결)→건조→분쇄→篩別→혼합→제품

한천은 70% agarose와 30% agaropectin의 2종류의 다당류 혼합물이다. Agarose는 겔형성 능력이 있고 agaropectin은 겔형성 능력이 없다. 한천 농도 0.2~0.3%에서부터 한천 형성이 시작되며 가열된 한천의 수용액은 30°C부근에서 굳어져 겔화되는데 겔화되면 85°C 이하에서는 녹지 않는다. 한천은 구조상 다가전해질(polyelectrolyte)에 속하고 다른 전해질 물질에 의해 그 점도의 영향을 받지 않는다. 한천은 겔 형성 능력이 강하고 또, 그 gel은 고온에 안정하므로 고온에서 제작되는 빵제품, 과자류의 안정제로 이용되고, 우유, 유제품, 청량음료, 화장품, 의약품에도 사용되고 미생물 배지로도 사용된다.

미생물이 만들어 내는 검류(xanthan gum)

Xanthan gum은 포도당에 대한 xanthomonas campestris 발효과정에서 형성되는 극히 점도가 큰 점질물이다. 현재까지의 연구에 의하면 D-glucose, D-mannose와 D-glucuronic acid가 3:3:1의 비율로 구성된 직선상의 분자로 생각되어 지며 분자량은 200만 이상, 냉수, 열수에 녹고 높은 점성을 나타낸다. Xanthan gum은 pH 안정성(2~12범위) 저 pH하에서 100°C에도 안정하며 내산, 알칼리성, 내열, 내동결해동성, 내효소성, 내염성 등에 우수하다. 이러한 특징을 함유하므로 산성식품의 현탁, 점증화 유타를 내는 목적으로 드레싱 등에 이용된다. 그 외 음료의 감칠

맛 부여, 현탁감, 과즙감 부여 등의 목적으로 캔커피, 과육을 넣은 음료에 이용된다. Jelly류에는 카르기난과 locust bean gum과 병용한다. 내열, 내동결 해동성이 있어 내동 식품의 이수방지에 사용된다.

단백질 유래 또는 동물조직에서 얻어지는 안정제(gelatin)

젤라틴은 동물의 connective tissue(결체조직)에 존재하는 단백질 콜라겐을 부분적으로 가수분해 하여 얻어지는 유도 단백질이다. Hydrocolloid(친수성콜로이드)를 형성하는 단백질 가수분해물로서 젤리제조, 기타 각종 가공식품 제조시 널리 사용되고 있으며, 실제 식품제조, 식품가공에 사용되는 친수성 콜로이드를 형성하는 물질들의 대부분이 탄수화물 중의 다당류에 속하는 hydrophilic gum substance(친수성 고무질 물질)인데 비해서 이 젤라틴은 단백질이라는 점이 특이하다. 젤라틴은 진술한 자연 고무질 물질들과 마찬가지로 물과 함께 가열하면 대략 30°C 이상에서 녹아서 hydrocolloid 즉, 졸(sol)을 형성하며, 냉각될 때는 반고체(semi-solid)의 겔을 형성한다. 젤라틴 겔은 예로부터 젤리를 비롯한 각종식품에 널리 이용되어 왔으며, 아마도 이와 같은 목적으로 식품에 사용된 물질 중 가장 오랜 역사를 가진 것의 하나일 것이다. 젤라틴은 결체 조직에 존재하는 콜라겐을 부분적으로 가수분해하여 얻으나, 실제에 있어서는 육류로서 근육조직을 제거한 후의 인대조직(skin ligament tissue), 뼈 등을 알칼리, 또는 묽은 산으로 가수분해하여 얻는다. 이 가수분해에 의해서 콜라겐은 분자량이 더 적은 젤라틴으로 분해되나 그 원래의 섬유상인 형태(fibrous form)은 그대로 유지된다. 진술한대로 젤라틴은 많은 식품, 또는 가공식품에 여러 가지 목적으로 첨가, 사용된다. 그 중 몇 가지 예를 들어보면 다음과 같다.

- 과자류, 특히 색깔과 맛을 가한 겔은 젤리 과자류로서 저칼로리 식품으로서 널리 이용되고 있다.
- 젤라틴은 식품용 유화제(emulsifying agent), 또는 안정제(stabilizer) 등으로 널리 사용되고 있다.
- 건조의 억제가 바람직한 일부 식품의 coating, 즉 glaze로 사용된다.
- 특수한 용법으로는 젤라틴이 tannin과 불용성 복합체를 형성하는 사실을 이용하여 과즙 등의 탄닌을 제

거하는데 사용된다.

결 론

현대 식품산업에 있어서 안정제는 다양하게 이용되고 있으며 수요도 점점 증가되고 있는 것이 현실이다. 오일을 사용하는 식품의 비율이 증가하면 할수록 안정제의 역할은 더욱 중요하며 안정제의 종류에 따라 제품의 우수성이 결정될 수 있는 것이 많다. 특히 유제품 관련 식품의 품질은 안정제에 가장 많은 영향을 미치는 것으로 현대인의 건강에도 유용한 생리활성을 가지면서 식품 안정제로서의 기능을 갖는 천연 안정제의 개발에 앞으로 보다 많은 연구가 필요하다. 그리고 안정제의 범위를 식품에 한정하지 말고 화장품, 의약품 등의 응용에도 보다 많은 관심이 필요하다.

참 고 문 헌

1. 樓井俊男 : 應用界面化學 基礎編. 朝倉書店, 東京 (1967)
2. 北原文雄 : 新實驗化學講座. 丸善, 東京 (1977)
3. Kamlesh, A. : Sulphydryl-disulfide interchange-induced interparticle protein polymerization in whey protein-stabilized emulsions and its relation to emulsion stability. *J. Agric. Food Chem.*, **45**, 3813-3820 (1997)
4. Douglas, G.D. : Enzymatic hydrolysis of milk proteins used for emulsion formation. *J. Agric. Food Chem.*, **44**, 3637-3642 (1996)
5. Pashley, R.M. : Effects of dissolved gas on emulsions, emulsion polymerization, and surfactant aggregation. *J. Phys. Chem.*, **100**, 15503-15507 (2000)
6. Concepción, S.M., Teresa, S.G. and Edwin, N.F. : Antioxidant activity of selected spanish wines in corn oil emulsions. *J. Agric. Food Chem.*, **48**, 5581-5587 (2000)
7. Maen, M.H., Martin, E.W. and Juan, H.V. : Nucleophilic substitution sulfonation in microemulsions and emulsions. *Langmuir.*, **16**, 9159-9167 (2000)
8. Taisei, N. and Clarence, A.M. : Spontaneous emulsification of oil in aerosol-OT/water/hydrocarbon systems. *Langmuir.*, **16**, 9233-9241 (2000)
9. 안봉전 : 산업신생물소재론(I). 선명사 (1999)
10. 안봉전, 배만중, 이진태 : 생물소재의 응용. 선명사 (2000)