

# 식품첨가물

신우선 / (주)보락

## 1. 식품첨가물

식품첨가물이라 함은 식품을 제조·가공·보존할 때 보존성의 향상, 품질향상, 영양강화, 풍미 및 외관을 좋게 하는 등의 목적으로 사용하는 물질을 말한다.

우리나라 식품위생법 제 2조에서는 「식품제조, 가공 또는 보존함에 있어 식품에 첨가·혼합·침윤 기타 방법으로 사용되는 물질」로 규정하고 있다.

CODEX에서는 영양가에 관계없이 식품의 일반적인 구성성분이 아니며 그 자체를 식품으로서 사용하지 않고 식품의 저장·수송·포장·충진·조제·가공·제조에 기술적인 목적으로 식품에 의도적으로 첨가하는 물질, 혹은 첨가한 그 물질 자체나 그 부산물 (by products)이 직접 및 간접적으로 식품의 구성 성분이 되거나, 식품의 특성에 영향을 미칠 것으로 예상되는 물질로 정의하고 있으며 이 경우 영양의 질적 향상이나 유지를 위하여 첨가되는 물질이나 오염 물질은 식품첨가물의 범주에 포함시키지 않고 있다.

식품첨가물 산업은 식품산업과 관계가 깊다. 이것은 시중에 유통되는 대부분의 가공식품 속

에는 식품첨가물을 넣지 않는 것이 없을 정도로 식품첨가물의 사용이 일반화되어 있기 때문이다.

산업의 발달과 함께 가공식품에 대한 수요가 증가하고 있고, 따라서 식품첨가물에 대한 요구 또한 증가하고 있다.

국내에서는 식품 및 식품첨가물을 규제하는 근거가 된 식품위생법이 1962년 처음 제정되었고, 식품첨가물공전은 1966년에 제정되어 약 200여종의 합성첨가물만을 수록하였다. 1977년에는 합성첨가물과 합성첨가물 이외의 첨가물을 정리해서 「식품첨가물의 규격과 기준」이 고시되었고, 현재 식품첨가물공전의 기본이 되었다.

그 이후 개정보완 작업을 하여 2004년 현재 합성첨가물 412개 품목, 천연첨가물 192개 품목, 혼합제제류 7개 품목 등 총 611개 품목이 식약청 허가품목으로 수록되어 있다.

## 2. 신규 첨가물의 지정

식품첨가물의 신규지정은 식품의 제조·가공·상지정의 필요성이 인정되거나 민원인 및 사용자가 요청하면 제출된 자료와 식품의약품안전청 등의 연구 검토 내용을 종합하여 식품위생심의

위원회의 자문을 얻어 지정하게 된다. 이 때 검토되는 사항은 첨가물의 안전성(독성실험자료), 지정의 필요성, 1일 섭취 허용량, 외국의 사용실태 등이 종합적으로 참고된다.

최근에 식품의약품안전청에서는 식품첨가물을 신규로 지정받기를 원하는 민원인들의 편의를 도모하기 위하여 '식품첨가물의 지정절차 안내'(Guideline for Designation of Food Additives)를 발간하였다.

## 1) 첨가물의 지정절차

### ① 신청

- 식품첨가물의 지정을 신청하는 자는 식품의약품안전청장에게 신청서와 관련자료(원본 및 사본 2부)를 제출하여야 한다.
- 신청자가 외국에 주재하는 경우에는 국내에서 해당 신청에 관한 사항에 대해 책임을 갖고 대응할 수 있는 자(국내연락책)를 정확하게 기록한다.

### ② 검토

- 식품의약품안전청 식품첨가물평가부는 제출된 신청서와 자료에 대하여 안정성, 사용의 기술적 필요성 및 정당성 등을 검토한다.
- FAO/WHO 식품첨가물 전문가 위원회(JECFA)에서 식품첨가물로서 안전성 평가가 완료되지 아니한 것은 독성 연구소에 독성학적인 평가를 의뢰할 수 있다.
- 신청서를 검토함에 있어서 필요한 경우 첨부자료 이외에도 관계문헌, 표준품, 제품에 사용된 원료성분, 시험에 필요한 특수시약, 기구, 균주배지등 필요한 자료의 제출을 요

구할 수 있다.

- 신청서를 검토함에 있어 아래의 경우에 해당될 때 그 사유를 명시하여 신청자에게 반려할 수 있다.
  - 기본 원칙에 적합하지 아니한 것
  - 식품첨가물공전상에서 규격이 정하여진 특정 첨가물과 유사하여 그 품질 등을 저하시킬 우려가 있는 것
  - 보완사항을 정당한 사유 없이 보완치 아니하거나 보완내용이 불충분하여 검토가 불가능한때

### ③ 입법공고

- 안전성, 기술적 필요성 및 정당성 등이 인정된 경우 기준 및 규격(안)을 마련하여 관보에 게재 및 WHO에 통보한다.

### ④ 제정고시

- 기준 및 규격(안)에 대한 국내·외 등 각계 의견을 수렴하고 식품위생심의위원회의 자문을 구한 다음 식품의약품안전청장은 식품첨가물의 기준·규격을 고시한다.

### ⑤ 처리기한

- 신청서를 접수한 날로부터 식품첨가물의 제정까지의 필요한 처리기간은 1년으로 함을 원칙으로 하며 본 기간에는 제출된 서류 또는 자료 등이 미비로 인한 보완기간 및 입법공고 기간은 포함하지 않는다.

### ⑥ 제출서류

- 신규 첨가물을 지정받기 위해서는 제출서류 목록에 관한 자료를 제출하여야 한다.

### 3. 식품첨가물의 사용기준 및 규격

첨가물을 합성 제조하는 과정 중에 정제가 불충분하여 유해 성분이 잔존하므로써 유독하거나 유해하게 되어 중독 변패가 발생할 수도 있다. 따라서 이러한 유해요소를 제거하고 질적 향상을 위해 식품위생법 제 7조의 규정에 따라 첨가물은 그 품목마다 성분 규격을 엄격히 정하여 유해불순물이 최대한 제거되고 순도 높은 첨가물이 되도록 규제하고 있다.

#### 1) 식품 첨가물의 사용 기준

첨가물은 아무리 순도가 높은 제품이라 하더라도 무제한적으로 식품에 사용 하였을 경우 식품을 통한 과량 섭취를 유발하여 인체에 유해한 영향을 미칠 수 있기 때문에 사용기준을 정하여 허용품목별 사용대상식품, 사용방법, 사용량, 사용목적 등을 제한함으로써 안전성을 확보하고 있다. 사용기준은 일반적으로 인체에 유해 우려가 있거나 사용상 문제점이 있는 첨가물에 한하여 대상 식품 및 사용량을 엄격히 규제하고 있으며 이를 위반하였을 경우 경고 내지 허가 취소 등 강력한 행정처분을 받도록 규정하고 있다.

사용기준이 정하여지지 아니한 품목들은 아무런 법적 규제 없이 식품의 제조·가공에 사용할 수 있다는 의미이기는 하지만, 식품첨가물이란 본래 뚜렷한 사용 목적을 가지고 식품의 제조·가공 등에 소량 첨가되는 기본적인 식량이외의 물질이기 때문에 필요불가결한 경우에 한하여 사용하여야만 한다. 외국의 경우에는 특별한 사용제한이 없는 경우 적정제조기준(GMP : Good Manufacturing Practice)에 따라 사용하여야 한다.

지금까지 식품첨가물공전에 수재된 개별 첨가물의 사용기준은 서술형식으로 기술되어 있었으

나 최근 식품의약품안전청고시 제 98-59호에 의해서 이전의 서술형식이 개요식으로 변경되어 민원인 및 사용자의 편의를 도모하는 양식으로 수정되었다.

사용기준이 정해진 품목 중 각 첨가물에 설정된 사용기준의 종류를 보면

- 식품첨가물을 사용할 수 있는 대상식품 및 그 사용량을 제한한 경우 : 소르빈산칼륨 : 치즈 3g/kg, 식육가공품 2g/kg) 등
- 식품에 잔존량을 제한한 경우 : 아질산 나트륨(식육제품 0.07g/kg, 어육소시지 0.05g/kg 이상 남지 아니하여야 함) 등
- 사용목적을 제한한 경우 : 계피산 등의 착향료 ( 착향의 목적에만 사용 )
- 사용 방법을 제한한 경우 : 과산화수소 (최종 식품의 완성전에 분해되거나 또는 제거하여야 한다) 등

#### 4. 식품 첨가물의 자가규격 : 천연첨가물

화학적 합성품이외의 첨가물중 첨가물공전에 기준·규격이 정하여져 고시되어 있지 않은 것은 국민 보건상 필요하다고 인정되는 것에 한하여 자가기준과 그 성분에 관한 자가 규격을 설정할 수 있다.

최근 이 제도는 천연 첨가물 및 기구·용기 포장에 한하여 한시적으로 시행되고 있는데, 첨가물의 자가규격을 인정받고자 하는 자는 식품의약품안전청 고시 제 1999-19호에서 정하는 서식에 따라 자가기준 및 규격 검토의뢰서를 식품의약품안전청에 제출하여야 한다.

식품첨가물(단, 화학적 합성품과 생명공학기술을 이용하여 제조한 것은 제외)의 한시적 기

준·규격을 인정받고자 하는 자는 별지 제1호 서식에 의한 한시적 기준·규격(변경) 인정신청서를 작성하여 식품의약품안전청(2부) 또는 식품위생 검사기관 (3부)에 제출하여야 한다.

신청서를 작성함에 있어서 사용하는 용어, 단위, 형식 등은 원칙적으로 식품첨가물공전 또는 식품공전을 준용하여야 한다. 신청서를 작성할 때, 제품명, 재질, 우연재료 및 성분배합비율(%), 제조방법, 기준 및 규격(함량, 성상, 확인시험, 순도시험, 제품의 품질관리상 필요하다고 인정될 때에는 건조감량·수분·강열잔류물·회분·대장균군·살모넬라균 등), 용도, 용법, 사용량, 포장단위, 보존기준, 시험방법을 설정한다. 식품의약품안전청 또는 식품위생검사기관에 신청서를 제출할 때에는 안전성 및 외국의 사용 예에 관한 자료도 첨부하여야 한다. 검토의뢰서의 기재 내용과 첨부자료는 합리성과 타당성이 있어야 하며 외국자료를 첨부하는 경우에는 번역문을 함께 제출하여야 한다.

## 5. 국내 식품첨가물 생산현황

2002년도 국내 식품첨가물 생산규모는 약 626만톤의 생산능력을 갖추고 약 158만톤의 제품을 생산하였고 총생산액은 6천356억원, 국내출하액은 5천8백63억원, 수출은 약1억6천360달러에 달하였다.

연도별 식품첨가물 산업의 추이 변화를 보면, 식품첨가물 업소수는 1999년 이후 2002년까지 꾸준한 수준으로 성장하고 있다. 생산품목수는 1999년 573개, 2000년 620개, 2001년 723개, 2002년 752개 품목으로 상승곡선을 이어가고 있다.

출하액은 1999년 약5천260억원에서 2000년 약6천억원으로 가파른 성장을 이어 가다, 2001년 약

5천650억원으로 다소 감소하는 추세를 보였으나, 2002년 5천860억원으로 다시 증가하는 추세로 돌아서고 있다.

수출액은 2001년까지 지난해 대비 꾸준히 증가하는 경향을 보였으나, 2002년에는 다소 감소추세를 보이고 있다.

### 1) 유형별 식품첨가물 생산현황

우리나라에서 허용된 식품첨가물은 합성첨가물, 천연첨가물, 첨가물이 2종 이상 혼합되어 있는 혼합제제로 나눌 수 있다.

2002년도 식품첨가물 유형별 생산현황을 살펴보면 합성 첨가물이 전체 생산량의 약 92%, 천연첨가물이 약 2%, 혼합제제가 약6%를 차지하고 있다. 이 결과에 나타나듯이 국내에서 생산되는 첨가물은 대부분 합성첨가물임을 알 수 있다.

연도별로는 합성첨가물은 꾸준한 성장세를 보이고 있으나, 천연첨가물은 2000년 7만7천785톤에서 2001년 4만2천375톤으로 급격히 하락세를 나타낸 데 이어 2002년에도 3만7천866톤으로 감소하는 경향을 이어 가고 있다. 혼합제제는 2001년 다소 감소하는 경향을 나타냈으나 2002년 다시 상승세로 돌아섰다.

### 2) 식품첨가물 수입현황

국내 식품첨가물 산업은 핵심 기술의 해외의존도가 높고 국내시장이 크지 않아 수입에 많이 의존하고 있는 실정이다. 식품첨가물 수입량은 매년 꾸준한 성장세를 보이고 있다. 2000년도에 10만9천928톤이 수입된 데 비해 2003년도에는 14만400톤이 수입돼 4년 만에 27.7% 증가했다.

2003년도 식품첨가물 총 수입량 14만400톤 중 합성첨가물이 약 69.2%, 천연첨가물이 18.8%, 혼합제제가 11.9%의 비율로 수입됐다. 합성첨가물,

천연첨가물, 혼합제제 각각의 수입량이 꾸준히 증가세를 보이고 있는 가운데 합성첨가물은 4년 만에 24%, 천연첨가물은 13.9%, 혼합제제는 82.8%가 증가해 수입량 중 혼합제제가 가장 작은 양이 수입되는데 비해 가장 높은 증가경향을 보이고 있다.

수입량과 수입금액을 비교해 볼 때 수입량은 합성첨가물이 천연첨가물과 혼합제제에 비해 상당히 많은 양을 수입하고 있으나, 수입금액 비율로는 합성첨가물과 혼합제제가 각각 43%, 37%로 비슷한 경향을 보이고 있고, 혼합제제 또한 20%로 높은 비율을 차지하는 것으로 보아, 수입량에 비해 천연첨가물과 혼합제제의 수입단가가 매우 높다는 것을 알 수 있다.

### 3) 주요 용도별 수입현황

2000년부터 2003년까지 식품첨가물 중 용도 구분이 비교적 명확하고, 소비가 많은 품목을 중심으로 수입현황을 정리해 보면 색소는 천연색소와 합성색소로 구분 할 수 있으며, 2003년에 천연색소 1천230톤, 합성색소 105톤이 수입돼 약 1천335톤의 색소가 수입됐다.

색소 수입량은 2001년도에 전년 대비 천연색소 93.6%, 합성색소 11.1%의 비율로 급격히 증가했으나 이후 계속 감소하는 경향을 보이고 있다. 그러나 2001년 이후 100만kg 이상의 수입량 수준을 유지하고 있다. 천연색소가 합성색소에 비해 10배 이상 수입되고 있으며, 천연색소 중에서는 카라멜 색소의 수입량이 가장 많다. 특히 2003년에는 카라멜 색소 수입량이 전체의 74%를 차지하고 있다. 합성색소 중에서는 이산화티타늄의 수입량이 가장 많다. 소비자들의 합성색소 기피 현상으로 인해 천연색소와 합성색소 수입량 차이는 계속해서 커질 전망이다.

유화제의 경우 2003년에 3천63톤, 993만달러 규모가 수입됐으며, 2000년 이후 수입현황은 2000년에 3천톤, 1천126만달러, 2001년에 2천957톤, 1천490만달러, 2002년에는 3천톤, 1천만달러가 수입되었다. 유화제 중에서는 레시틴과 글리세린지방산에스테르, 자당지방산에스테르의 수입량이 가장 많다. 2003년에 레시틴과 글리세린지방산에스테르, 자당지방산에스테르가 국내에서 3천867톤이 생산된 데 비해 수입량은 8천841톤으로 2배 이상 수입에 의존하고 있다.

품질개량제용 인산염은 2003년에 3천318톤 293만7천296달러 규모로 수입됐다. 인산염 수입이 2002년도에 약간 주춤하는 듯 했으나 이후 상승세를 이어 가고 있다. 2003년 수입량이 가장 많은 인산염은 1천103톤이 수입된 폴리인산나트륨이며 산성피로인산나트륨과 메타이산나트륨이 그 뒤를 잇고 있다. 2003년에 국내에서 생산된 증점 안정제의 생산량은 4천286톤이며, 7천358톤, 802만5천140달러 규모로 수입됐다. 카제인나트륨, 아세틸아디핀산이전분, 구아검 등의 증점안정제 수입량이 가장 많으며, 이들은 주로 수입에 의존하고 있는 실정이다. 2003년 기준 황산화제 수입량은 158톤, 195만 달러에 달한다. 2000년 이후 수입현황을 보면, 증가추세에서 2002년 감소추세로 돌아서는 듯 했지만 2002년에는 다시 전년 대비 28.5%가 증가함으로써 증가추세로 돌아왔다. 황산화제도 색소와 마찬가지로 합성 황산화제보다 천연황산화제의 수입이 계속해서 증가할 것이다.

영양 강화제는 2000년 이후 꾸준한 증가세를 보였으나 2003년 6천943톤, 2천660만달러가 수입되어 전년대비 6.3% 감소함으로써 하향세를 타고 있다. 영양 강화제 가운데 수입량이 많은 칼슘 강화제의 종류는 황산칼슘, 탄산칼슘, 젖산칼슘, 인산칼슘 등이 있다.

기능성 식품에 대한 관심이 증가하면서 저칼로리형 대체 감미료의 수입이 꾸준히 증가하고 있다. 2000년 이후 감미료 수입이 급격히 증가경향을 보이다가 2003년에는 1만2천367톤이 수입돼 전년대비 0.4%만이 증가해 소폭의 증가세를 보였다. 감미료 가운데 수입량이 가장 많은 것은 D-소르비톨인데 2000년 4천879톤이 수입된데 비해 2003년에는 2천791톤만이 수입돼 4년 만에 42.8% 감소했다. D-소르비톨 다음으로는 자일리톨, D-소르비톨액 등의 수입량이 많으며, 앞으로도 식품에서 기능성을 요구하는 소비자들이 늘어남에 따라 설탕을 대체할 수 있는 기능성 감미료의 수입은 계속해서 증가할 것으로 추측된다.

## 6. 식품첨가물 기술개발의 동향

### 1) 향료의 최근 기술개발 동향

풍족한 식생활의 시대를 반영 식품시장에는 품질의 차별화와 상품의 다양화가 급속히 진행되고 있다. 신기술, 신소재를 구사한 새로운 타입의 식품이 등장 이것이 향료산업의 활황과 같이 하고 있다. 현 시장의 큰 방향은 건강지향, 안전지향, 간편성지향으로 대표되며 고령화 사회, 여성의 사회 진출 등 생활방식의 변화도 중요한 Factor로 향의 개발도 이에 호응하고 있다. 최근의 식품가공기술은 현저하게 발달 진보하여 새로운 식품 향료의 역할도 증대되고 있으며 수요자의 요구도 다양화되고 있다. 식품 향료와 관련되어 있는 기술 중 최근에 소개되어 있는 기술을 중심으로 살펴보고자 한다

#### a. 기기분석에 의한 새로운 Flavor 개발

기기분석에 의한 새로운 Flavor 개발 기기분석을 사용해서 천연 Flavor를 분석하는 경우 포집,

용제추출, 흡착하여 분리, 농축하는 경우 가열에 의한 식품, 본래의 향기가 변질되거나 손실되는 경우가 많다. 인간이 감지하는 향기 냄새를 흡착, 탈착하는 기능의 Head Space G.C가 급속히 발전해서 이용이 높아지고 있다. 예를 들어 Sniffing G.C를 이용하여 G.C의 배기구에서 나오는 향기 성분의 냄새를 직접 맡아 각 성분의 강도를 관능 평가하고 데이터는 컴퓨터로 처리한다. 사람의 취각을 척도로한 크로마토그램을 작성하여 미량 성분의 중요성을 알게 된다. 이것은 다변화 또는 Tropical Fruits 향의 개발에 적합하다. 또한 광학 활성 Column을 이용하여 광학 이성체를 분리하기도 하며 천연중에 존재하는 성분의 광학 특성을 조향에 이용하여 천연감 있는 Flavor 개발에 이용되고 있다.

#### b. 초임계 탄산가스 추출에 의한 새로운 Flavor 개발

종래의 용제 추출에 의한 Flavor 제조는 용제 제거시 가열로 인한 Top note의 손실이 있었으나, 초임계 탄산가스 추출에 의해서는 잔류 용제가 없고 Top note의 신선함을 갖고 있으며 열에 약한 화합물도 추출이 가능하다. 또한 초임계 압력을 변화시키거나 Entraining Agent를 사용해서 향기 성분이나 정미 성분 중 특이 성분을 선택적으로 추출 할 수 있는 특성을 갖고 있다. Coffee Flavor, Fruit Flavor, Hop, Tobacco, Spice 류가 실제로 실용화하고 있다.

#### c. Biotechnology 기술을 이용한 Natural 한 Flavor 개발

식물의 세포 배양이나 효소, 미생물을 이용한 Flavor 제조로 세포 배양에 의한 정유(精油) 생산은 다수의 연구 예가 있으나, 아직 공업화 된

것은 아니며 Geranium 의 배양은 비교적 잘 검토되어 있다. 효소 반응에 의한 Flavor 실용화 예는 많이 있다. 유지방을 Lipase로 처리하여 유리 지방산을 생성한다. Lipase에 의한 지방산 생성을 조정하여 목적에 맞는 Flavor 제품을 상품화 할 수 있다. Blue Cheese 는 Methyl Ketone 이 특이하게 다량 존재하고 그것이 향의 특징이 되어 있다. 생성에 관여하는 곰팡이균 (Pencillium Roqueforti) 이 지방산을  $\beta$ -Keto산을 경유하여 Methyl Ketone으로 전환하는 것을 이용하여 대량 생산이 실용화되어 있다.

d. 가열 반응에 의한 Flavor 개발

가열 향기의 생성기구에 관해서는 각종 아미노산과 당류의 Model 계 반응 연구가 많이 시행되고 있다.

Cystine는 Beef Type 향기에 많이 있는 함유 화합물로 향기 전구 (前驅) 물질로 알려져 있다. Beef Flavor의 전구 물질로는 Glycol 등의 당류, 포화, 불포화 지방산, 단백질 등이 있다. 이것들을 조합해서 가열 반응 생성물이 조제된다. 주로 Coffee Flavor, Meat Flavor, Roast Nut Flavor, 기타 조리식품 Flavor 개발 및 가공식품 특유의 향기를 만들 때 이용된다.

2) 감미료의 최근 연구 동향

감미료의 본래 기능은 감미를 부여하는데 있으며 2차적으로 영양을 생각할 수 있지만 최근 중요시되고 있는 개념은 제2차 기능이라고 불리는 생리 조절기능이다. 근래 소비자들의 건강 지향 욕구로 인하여 저칼로리, 정장작용, 충치예방 등의 기능을 갖춘 기능성 감미료의 사용이 점차 확대되고 있다. 본고에서는 감미료를 전체적으로 분류하고 현재 사용중이거나 개발 중인

기능성 감미료에 관하여 살펴보고자 한다.

감미료는 분류하는 방법에 따라 달라지기도 하지만 감미도를 기준으로 분류할 경우 설탕 보다 감미도가 높은 고감미도 감미료와 낮은 저감미도 감미료로 분류한다. 또한 원료나 제조 방법에 따라 당질감미료, 비당질감미료, 혹은 천연감미료, 인공감미료 등으로 분류된다.

a. 스테비아감미료

스테비아감미료는 남미 Paraguay 가 원산지인 국화와 다년생 초본 Stevia Rebaudiana Bertoni 식물에서 추출, 정제한 천연감미료로서 1970년대 초 일본에서 개발된 이후 우리나라에서는 1985년부터 사용되기 시작하여 현재에는 주류, 간장, 스넥류 등 여러 식품에 이용되고 있으며 1994년 현재 연간 시장규모는 100억원에 달하고 있다. 스테비아의 식물에 존재하는 감미성분은 Isosteviol 골격으로 하는 배당체로서 주성분인 Stevioside 외에 Rebaudioside-A, Rebaudioside-C, Rebaudioside-D, Rebaudioside-E 및 Dulcoside-A 등이 있다. 스테비아감미료는 비효소성, pH변화 및 가열처리 등 식품가공상 안정한 특징을 가지고 있으나, 감미발현이 늦고 뒷맛이 오래 남는 등의 단점으로 인하여 감미질 개량에 많은 연구가 진행되어 현재에는 설탕의 감미질에 보다 가까운 여러 종류의 스테비아감미료가 개발되었다. 그중 가장 우수한 것은 당 전이제품으로 당 전이스테비아라는 당 전이효소를 이용하여 스테비오사이드에 당을 부가시켜 얻어지는데 전이되는 당의 종류 및 전이효소의 종류에 따라 여러 종류를 만들 수 있으나 현재 가장 많이 제조되고 있는 것은 Glucose를 전이시킨 글루코실스테비오사이드이다. 최근 일본에서 개발이 완료되어 곧 시판될 플럭토실스테비오사이드의 당 공여체는 플럭토

스가 사용되며 전이효소는  $\beta$ -Fructofuranosidase가 이용되고 있다. 제조시 전이효소는 스테비오사이드의 기질 특이성으로 인하여 일반적인 올리고당의 제조에 이용되고 있는 효소와는 달리 특정 균주에서만 분비되는 효소를 이용하고 있다.

#### b. MGGR (Glycyrrhetic Acid Monoglucuronede)

글리실리친제제에서 미질 개량품으로서 당 전이스테비아 감미료와 같이 효소를 당 전이시킨 제품이 개발되어 있지만 이 경우 당의 수가 증가되어도 감미의 증강은 없으며 역으로 감미 배수는 감소한다. 당의 종류가 각기 다른 글리실레탄산 배당체를 화학적으로 합성하여 각각의 감미 평가실험을 행한 결과 글루쿠론산 2분자의 글리실리친 보다 글루쿠론산 1분자인 MGGR 이, 또한 글루코스 2분자인 셀로비오스배당체 보다 글루코스 1분자의 산배당체가 감미도가 높은 것으로 보아 글리실레탄산 배당체에는 당의 수가 적은 것이 고감미인 것으로 확인되었다. 글리실리친으로부터 효소반응을 이용하여 MGGR을 제조하는 방법은 확립되어 있다. 일반적으로 시판되고 있는  $\beta$ -Glucuronidase 에 의해서는 글리실리친이 MGGR을 경유하여 글리실레탄산까지 분해되지만 효모균의 일종인 *Cryptococcus Magnus* MG-27 이 생산하는 새로운 효소  $\beta$ -Glucuronidase 는 글리실리친을 가수분해하여 정량적으로 MGGR을 생성한다.

#### c. 올리고당

올리고당이란 단당이 2-3개 결합된 당류로서 출발 원당의 이름을 첫머리에 넣은 이름으로 불려지고 있는데 예를 들자면 말토올리고당, 셀로올리고당, 락토올리고당 등이다. 올리고당은 그

종류에 따라 기능성이 다르지만 *Bifidus*균 증식인자, 충치예방, 비만방지, 콜레스테롤 축적방지 등이 대표적인 기능으로 알려져 있다. 1984년 이후 많은 종류의 올리고당이 상품화되었고 지금도 새로운 올리고당이 개발중에 있다. 이러한 올리고당의 제조 기술은 몇 개를 제외하고는 기본적으로 당질분해 효소나 당전이효소의 개발에 근거를 하고 있다.

Gentiobiose는 고농도의 포도당 용액에 미생물 기원의  $\beta$ -Glucosidase를 작용시키면 당전이 결합작용으로 고수율로 생성된다. 이 감미료의 특징은 감미 뿐만 아니라 쓴맛을 갖는 독특한 당으로 각종 음식물의 맛 개선에 유용하게 이용될 수 있다. 또한, *Bifidus*균 증식억제 효과, 저칼로리성, 항충치성 등을 가진다. 분기올리고당은 전분을 원료로한 올리고당 중에 분기올리고당은 전분액화액 (DE 8~25)에 Maltotriose 또는 Maltotetraose 생성 후 Amylase와 Transglucosidase를 가하여 온도 40~65°C, pH 4~8, 30~90시간 반응시키면 Glucose가 적어도 분기 3당류 이상을 주성분으로 하는 분기올리고당이 효율적으로 생성된다. 비효소성 당으로 *Bifidus*균 증식인자, 저충치발생, 저칼로리 등의 기능을 갖는다.

Trehalose은 설탕을 원료로 하는 올리고당 중에 Trehalose는 효모, 해산물 등의 천연물에 널리 분포되어 있는 2당류이다. 이 물질을 얻는 방법은 천연물에서 추출하거나 미생물에 의한 발효법이 알려져 있지만 저가로 대량 생산하기에는 문제점이 많다. 따라서 여러 가지 검사가 이루어져 Varidamycin 을 첨가한 배지에서 *Rhizoctonia* 속 균 또는 *Rclerotinm*속균을 배양하는 것에 의한 생산량이 현저하게 증가하는 것 토양에서 검색된 *Enterobacter* Sp. 또는 *Erwinia* sp의 균주는 20% 이상의 높은 사입농도에서도 당전환능이 우수하



여 단시간으로 Trehalose를 주요생산물로서 생산하는 것, 토양중에서 분리한 *P.Mesoacidophila* MX-45는 기질인 20%의 설탕으로부터 80%의 수율로 Trehalose로 환원시킴과 동시에 소량의 Palatinose를 생성하는 것 등이 밝혀졌다. 식용 가능한 제습제이고 항충치성 감미료, 의약품의 안정제 등으로 사용 된다.

Neotrehalose는 Cyclodextrin을 원료로한 올리고당 중에  $\alpha$ -CD와 유당의 혼합액 *B. Stearothermophilus*가 생산하는 Cyclomaltodextrin Glucanotransferase (CGT-ase)를 작용시켜 새로운 비환원성 3당인 Glucosyllactoside가 합성된다. 다음으로 이 2.5% Glucosyllactone 수용액에  $\beta$ -Galactosidase를 pH 4.5, 40°C에서 24시간 작용시켜 Neotrehalose를 얻을 수 있다. 비환원성이므로 안정하며 용해가 쉬우므로 각종음료, 가공식품, 기호식품 등에 이용되고 있다.

고분자 다당류를 원료로한 올리고당 중에 셀로올리고당은 Cellulose에 Cellulase를 작용시켜 제조하지만 이 방법은 생성된 셀로올리고당이 분해되기 때문에 수율이 낮다. 따라서 Cellulose에 Cellulase를 작용시킬 때에 Cluconolactone 또는 글루콘산을 존재시켜 제조하는 방법이 개발되었다. 즉 Cellulose로부터 Cl호소활성 Cx호소활성  $\beta$ -Glucosidase 활성이 포함되어 있기 때문에 Cellulose로부터 Cl호소활성 Cx호소활성에 의해 셀로올리고당이 생성되지만 Gluconolactone 또는 글루콘산이 존재하면  $\beta$ -Glucosidase의 활성이 저하되어 셀로올리고당으로부터 Glucose로의 분해가 억제되기 때문에 셀로올리고당의 수율 향상이 기대된다. 셀로올리고당 Glucose가  $\beta$ -1.4 결합한 소당류로 Cellulase 기질 또는 저해제 등에 사용된다.

#### d. 당알콜류

설탕을 Hydrogenation 하여 만들어진 단당과 2당류의 당알콜들을 모두 합하여 Polyols로 불러왔으며 많은 유사성이 있으나 칼로리, 가격, 용해도, 용해열, 상대감미도와 안정성 등 각 성분들은 각각의 독특한 특성을 가지고 있다. 이들 범주에 속하는 몇몇 제품들을 소개하고자 한다.

솔비톨과 만니톨은 단지 Carbon의 Hydroxyl기의 위치만 다른 입체이성체이다. 솔비톨은 글루코스를 Catalytic Hydrogenation 하여 생성되며 만니톨은 프락토스를 Catalytic Hydrogenation하여된다. 이 두 화합물은 분자량이 같으며 동일한 당도 (Sucrose의 0.6배)를 나타내며 거의 유사한 용해열을 갖고 있다. 솔비톨은 광범위하게 Bodying Agent로서 사용되고 제약에서는 Humectant Agent로 사용되고 제과, 껌, 잼, 젤리 등의 식품분야에서는 난충치성 Sugar-Free Bulking Agent로 사용되고 아이스크림에서는 빙점을 낮추는 역할도 한다. 만니톨은 제약 응용에서 물약 또는 정제를 만들 때 사용되는 부형제나 동결 건조체로, 식품에서는 무설탕제과의 감미료나 츄잉껌에서 Anti-Crystallizing Agent로 사용된다.

파라티니트는 Raney Nickel 촉매를 사용하여 수용액 상태의 Palatinose를 Hydrogenation 시켜 생성된다. 파라티니트는 같은 분자량의  $\alpha$ -D-Glucopyranosyl-1, 1-D-Mannitol (GMP)와  $\alpha$ -D-Glucopyranosyl-1, 6-D-sorbitol (GPS)의 혼합체이다. 파라티니드 감미도는 Sucrose의 0.45-0.6배이며 용해열은 거의 같다. 난충치성으로 물에 대한 용해도가 낮고 결정화하려는 경향이 있으며 저흡습성이다.

말티톨은 전분을 효소 가수분해하여 Maltose Syrup을 만든 후 Maltose를 Hydrogenation 하여

생성되는 결정 당알콜 이다. 이 상품은 일본에서 개발되어 1960년 이후 계속 사용되어 왔으며 저 칼로리 설탕 대체제로 간주되고 있다. 말티톨은 Sucrose의 80%에 해당하는 감미도를 갖고 있으며, 물에 대한 용해도, 수분활성도, 빙점강하 등이 Sucrose 와 유사하다.

자일리톨은 5탄당알콜로서 과일이나 야채의 구성 성분 혹은, 인체 대사의 산물로서 자연에도 존재하는 물질이다. 자일리톨은 Birch Trees의 Xylanhemicellulose 에서 추출한 D-Xylose를 Catalytic Hydrogenation하여 생산된다. Sucrose와 거의 동일한 감미도를 가지고 있으며 다른 당알콜들과 마찬가지로 난충치성이며 인슐린 분비와는 관계가 없다. 무설탕, 츄잉껌, 민트, 정제 등에 주로 사용된다. 현재 우리나라에서는 미생물 발효방법을 이용하여 세계에서 3번째로 (주)보락에 의해 자일리톨이 생산되고 있다.

락티톨은 Raney Nickel 촉매를 사용하여 약 100°C에서 30-40% 락토스 용액을 Hydrogenation하여 생성된다. 락티톨은 다른 당알콜류 보다 높은 분자량의 Hydrogenated Disaccharide 이다. 수분 활성도와 빙점강하는 Sucrose와 유사하며, 물에 대한 용해도는 솔비톨이나 자일리톨 보다 낮지만 대부분의 제품에 응용할 수 있다.

포도당은 무작위적으로 결합시켜 용해, 응축한 폴리머로 수용성 식이섬유로 폭넓게 사용되는 폴리덱스트로스는 텍 스트로즈, 솔비톨과 구연산이 89:10:1의 비율로 이루어져 있으며 약산성이고 전혀 단맛이 없으며 솔비톨과 구연산이 결합된 약간의 잔존물과 함께 물에 대한 용해도가 매우 높은 폴리머이다. 폴리덱스트로즈 용액은 Sucrose 용액보다 점도가 약간 높으며 이 특성은 제품에 따라서 지방을 대체하는 효과도 있고 단맛에 영향을 주지 않으며 흡습성을 이용하여

Humectant 로서 Baked Goods 에 사용되기도 한다. 가공공정에서 매우 안정하며 난충치성이므로 하드캔디, 소프트캔디, 초코렛, 아이스크림등 여러 종류의 Lite 제과 제품 등에 응용된다.

### 3) 천연색소의 개발

최근의 모든 산업은 기능성, 천연성, 영양성, 환경오염 등의 개념으로 패션화가 한창이다. 사실상 이러한 개념은 얼마 전 까지만 하더라도 어느 정도 '패션' 이었으나, 이제 더 이상 어떤 종류의 유행이 아니다. 실제 소비자들은 건강에 이롭다는 것이 무엇을 뜻하는지, 환경에 도움이 된다는 것이 무슨 뜻인지를 알고, 합성품을 지양하고 천연제품에 대한 관심이 높아졌다. 천연색소를 정의하면 '생물학적으로 살아 있는 세포 또는 조직에 의해 만들어져 축적되거나 분비되는 색소'로 정의 할 수 있다. 현재 널리 사용되고 있는 천연색소는 수백년 이상의 장기간 동안 인류가 섭취해 온 물질이며, 그 동안 건강에 큰 문제가 없었다는 사실에 근거를 둔 것으로 이전통은 천연색소가 안전하다는 가장 현실적인 척도가 된다. 이와 같은 배경으로 하여 현재 식품공업에서 널리 사용되고 있는 천연색소 중에 코치닐, 카르민, 치자황색소에 관하여 살펴보고자 한다.

#### a. 코치닐 색소

코치닐 색소는 코치닐 (Coccus Cacti L. 연지벌레) 이라고 하는 곤충의 암컷에 함유된 색소를 추출하여 얻어진 색소를 말한다. 이 곤충의 암컷은 산란기가 되면 복강내의 다량의 알에 색소가 고농도로 집적되므로, 산란전에 채집하여 죽인 후 말려서 색소의 원료로 사용한다. 현재 세계적으로 널리 사용되는 코치닐의 원료는 페루, 볼리

비아 등지의 남아메리카 원산의 코치닐이며, 동남아 일부지역에서 락색소가 사용되고 있다. 색소의 주성분인 카르민산은 안트라퀴논 유도체에 글루코스 1분자가 결합된 형태로 순도 90% 이상의 정제품은 약 135°C 이상에서 열분해가 일어난다. 물에 용해도가 크며 알콜에 용해도가 좋고 벤젠, 클로로포름, 식용유 등의 소수성 용매에는 녹지 않는다. 수용액은 pH 변화에 따라 색조가 변하여 pH 4이하에서는 오렌지색, pH 5 부근에서 적색, pH 6 이상에서는 연지색-적자색을 띠며, 단백질에 대한 염착성은 좋으나 염착된 후 암적색으로 변하기 쉽다. 코치닐은 연간 약 300~350 톤이 생산되며 페루, 프랑스, 영국, 미국, 일본 등지에서 추출 정제되며 국내에서도 1993년 이후 완전한 추출 정제 기술을 갖추었다. 완제품은 90%이상 카르민으로 가공되며 식품산업을 중심으로 일부는 화장품과 의약용으로 사용되고 있다.

#### b. 카르민 색소

고단백 식품으로부터 고당식품에 이르기까지 식품용 착색료로 코치닐 추출물 (즉, 카르민산)을 이용하기 위해서는 안정한 Formulation이 필요하다는 것을 인식하고 코치닐 색소를 보다 안정하고 색조를 강하게하는 방법으로 레이크화 방법을 적용하였다. 일반적으로 수용성 색소를 금속이온과 결합시켜 불용성으로 만드는 레이크화 반응을 거치면 색소는 미세분말로 됨과 동시에 매우 안정하고 선명한 색을 띠게 된다. 합성 색소분야에서는 이러한 레이크화 기술은 널리 적용되어 목적에 맞게 사용되고 있다. 현재 식품용 합성착색료의 레이크화 반응에서는 알루미늄이온이 사용된다. 카르민산의 레이크는 코치닐 추출물에 알루미늄염, 칼슘염을 가한 후 특정조

건 (pH, 온도, 압력)에서 반응시키고 특정 조건에서 반응을 종료함으로써 제조한다. 반응 종료 후 레이크는 수용액으로부터 석출되며 이 석출물을 정제수로 씻고 여과한 후 건조시키면 강한 적색 또는 연지색의 카르민 분말을 얻을 수 있다. 이 때 알루미늄염으로서는 황산 알루미늄칼슘 (명반)을 사용하며 칼슘염으로서는 탄산칼슘으로 충분하다. 카르민색소는 색조 변화가 거의 없이 안정하여 어떤 식품이든 색조의 안정성을 문제삼지 않고 범용적으로 응용이 가능하며, 레이크화 되면서 강한 색소로 변환되어서 경제성이 높아졌다. 또한 미세분말인 카르민은 다시 수용성 액상으로도 전환시 레이크화 된 성질을 그대로 유지하면서 수용액에 투명하게 용해되므로 분산 착색료로 사용이 가능하며, 색조가 안정한 수용성 착색료로도 사용이 가능하다.

#### c. 치자황색소

치자황색소는 Carotenoid 계의 일종이며 Crocin 과 Crocetin 이 존재하는 천연의 식물체는 꼭두서니과의 치자의 과일, 창포과의 사포란의 꽃 암술머리 건조물, Saffron 등에 포함되어 있다. 치자는 중국의 신농본초경의 중품으로 치자로서 수재되며, 옛부터 한약으로 약용외의 음식물 황색 착색료로 일본에서도 비조시대부터 황색염료 또는 착색료로 알려지고 사용되었다. 약효는 충혈, 토혈, 혈, 이뇨, 황달 같은 질병에 효과가 있으며 1일 용량은 7~10g을 달인 약으로 사용하고 있다. 또 민간에서는 타박 또는 좌상에 치자분과 맥분을 섞어 물에 반죽해서 첩부하면 소염작용이 있는 것으로 이용되는 외에 지혈, 하혈, 진정약으로도 이용된다.

치자에서 Crocin을 순수하게 얻어내는 경우에는 유지류를 유기 용매에 추출 제거 후 물추출

을 행하고 Column Chromato법을 사용해 분리 정제하는 방법 등 여러 가지 방법이 있지만 여기에서는 치자 색소를 공업적으로 제조하는 방법에 대해 기술한다. 먼저, 건조한 치자 열매 껍질을 벗긴 후 이것을 분쇄하고 필요한 경우 Ethanol 등으로 유지를 제거한 후 물 또는 온수에서 추출하여 황색 색소용액을 만들고 이것을 여과해 증명액을 만들어 농축한 후 살균 공정을 거쳐 수용액 제품으로 할 경우에는 이것에 Propylene Glycol 혹은 Alcohol을 첨가해 제품으로 하지만 분말제품으로 할 경우에는 색소 담체로서 살균농축한 색소 원액에 수용성 당류를 가해 분무 건조하며 색소 원액 그 자체를 분무 건조한 경우는 원분말에 분말 당류를 혼합하여 제품화 하는 것이 통례이다. 이 의미는 색소원말 만으로는 공기중의 수분을 흡수해서 결국에는 조해되어 색소 제품의 변질 또는 열화를 초래하기 때문에 방지의 목적에서 이러한 방법을 취하고 있다.

치자 색소는 내광성, 내열성, 내금속 Ion성, 내약품성 등에 비교적 안정하며, pH에 의한 색조 변화에 대해서도 거의 영향을 받지 않는다. 광열화성과 pH의 관계를 살펴볼 때에 치자 색소는 산성쪽에서 광열화가 일어난다. 따라서 이것을 방지하기 위하여 광열화를 촉진하는 작용과장을 없애거나 자외선에 의한 산화방지가 요구된다. 염착성이 단백질과 전분에 우수한 것으로 알려져 있으며 단백질 쪽이 전분보다도 염착성이 뛰어나며 염착성은 pH에 그다지 영향을 받지 않는다. 일반에 시판되고 있는 것에는 액상제품과 분말제품이 있으며 두 제품 모두 약간의 특이한 취와 고미를 갖고 있다.

식품첨가물에 대한 기본적 고찰 방법은 인간의 건강을 보전한다는 측면에서 결여되는 것이 없고, 식품의 제조가공, 보전, 영양가를 향상시킨

다는 이유에서 우수한 효과를 발휘하는 것이어야 한다. 식품은 보다 안전하고 보다 우량 성질을 가지고, 보다 적당한 가격의 것은 대량으로 제조하기를 바라는 것이지만 식품의 냉동, 건조 포장, 방사선 조사 및 최근의 바이오테크놀러지 등 관련 기술의 진보를 도모하는 동시에 그들과 병행하여 유효한 신식품첨가물도 개발해 나가야 될 것이다. 이와 같은 신식품첨가물의 개발에 앞으로 가장 많이 응용될 기술은 바이오테크놀러지로 기대되고 있다. 이를 간단히 소개하면 다음과 같다. 최근 생명과학에 관한 연구가 비약적으로 발전하여 바이오테크놀러지는 금세기 최후의 기술 혁신으로서 큰 기대를 걸고 있다. 이 바이오테크놀러지는 모든 의약품 분야에서는 실용화되고 있으며 인터페론 등이 제조, 판매되고 있다. 한편 식품분야에서의 이들 기술 응용은 유전자 해명의 곤란함이나 의약품과 비교하여 단가가 낮기 때문에 의약품 분야에 비해 응용이 늦어지고 있다. 그러나 최근 들어 식량문제, 식생활의 다양화와 기호성 다양화, 고품질화, 농작업의 개선 등에 대한 기대로 연구 개발이 활발하게 진행되고 있다. 식품분야 중에서도 특히 단가가 높은 식품첨가물의 제조 등에 응용시킨 경험이 거의 없는 새로운 기술이므로 미리 안전성 확보에 충분한 대책을 연구해야 할 필요가 있다.

현재 국내에서 식품용으로 사용할 수 있는 첨가물은 2004년 기준 합성첨가물 412개 품목, 천연첨가물 192개 품목, 혼합제제류 7개 품목 등 총 611개 품목이 식약청 허가 품목으로 수록되어 있다. 30조원 규모의 국내 식품 생산규모와 사용 가능한 첨가물 수에 비하면 1조 2천억 원이라는 시장 규모가 그리 큰 것은 아니다. 1조2천억원 중에서도 30%이상을 수입에 의존하고 있고 고가의 천연첨가물이나 고부가가치 제품의 수입의

존도는 더 큰 것으로 나타났다.

특히 세계각지에 원료 생산 거점과 생산시설을 확보하고 있는 다국적 기업의 대량 물량공세가 국내 식품첨가물 생산업체들을 위협하고 있는 현실이다. 각 첨가물의 최근 현황에서도 잘 나타났듯이 국내에서 생산하던 합성첨가물은 가격경쟁에서 뒤지거나 국내생산이 불리해지자 해외로 생산시설을 옮기는가 하면 일부 기술력을 갖춘 유향제 등의 첨가물도 원료와 가격경쟁에서 점차 설자리를 잃어가고 있는 현실이다.

식품산업의 발전을 뒷받침해오던 국내 첨가물 업체들도 이제는 생산보다는 해외제품을 수입 판매하거나, 원료를 수입해 부가가치를 높이는 쪽으로 선회하고 있다. 첨가물수입경향에서 또한가지 두드러진 것은 화학 첨가물에 비해 천연 첨가물의 비중이 점차 커지고 있다는 것이다.

식품과 식품첨가물은 불가분의 관계를 가지고 있어 식품산업의 발달과 함께 식품첨가물의 사용은 불가피하다. 앞으로 식품첨가물 산업의 다양화 및 기능화를 이루어야 하며 식품첨가물의 기준과 규제는 현실적으로 재심의, 재평가되고 식품첨가물의 허가 또한 신속하게 이루어져야 한다. 소비자들이 건강 지상주의적 식품 선택의

경향을 보이고 있기 때문에 향후 식품첨가물의 개발 방향은 기능성 보존료, 지방대체제, 기능성 활성물질 등을 비롯 저칼로리형 대체감미료, 발효식품 관여 효소 등 기능성과 안전성을 겸비한 소재의 개발이 주를 이루어야 할 것이다.

시대 흐름에 대처하는 신속한 판단력과 자사의 고유의 기술력을 유지 및 배가시키는 것만이 국제 경쟁시대에 중소 첨가물 업체가 갖추어야 할 무기임을 인식하고 부단한 노력이 필요하리라 본다.

## [참고문헌]

- 1) 식품첨가물 산업 및 시장동향 / 한국보건산업진흥원
- 2) 식품 및 식품첨가물 생산실적 / 식품의약품안전청
- 3) 식품첨가물의 현황/한국식품위생연구원
- 4) 월간 식품세계 2004년 8월호
- 5) 월간 식품세계 2003년 8월호