

乳酸菌醱酵食品의 添加物利用技術

Utilization of food additives for lactic acid fermented foods.

李 聖 甲*

1. 머리말

젖산발효식품중 Yogurt 는 옛날부터 우리 인간이 음용하여온 발효우유로서 우유, 양유 水牛乳등을 그대로 또는 농축시켜 발효시킨 것으로 제품자체에 유산생균이 다량함유 하고 있는 음료로서 인간이 이용한 역사는 기원전 5000년경으로 추정되고 있으나 우리나라에 상품으로 소개된 것은 1971년 부터이다. 우리나라에서의 yogurt 음용은 비록 짧은 기간의 이용역사지만 현재의 생산량은 12 만톤으로 총소비시유의 1/4 량을 육박하고 있다.

이와같이 yogurt 가 세계적으로 Boom 을 이르기게된 것은 Metchnikoff(1905)가 불가리아 사람들이 장수자가 많은 이유가 yogurt 을 항상 음용하기 때문이라고 발효유의 불노장수설을 주장한 이래 건강 제일주의를 주장하는 사람들로 부터 yogurt 가 건강음료로 초점이 모아지게 된 것이 큰계기가 된 것이다. 또 다른 배경에는 소비자의 건강식품에 대한 바램이외에 식생활의 서구화, 기호의 soft 화등의 식습관 변천에 알맞고 yogurt 자체의 기호성도 男女老少를 막론하고 좋아하는 상쾌한 맛 때문이다.

옛부터 인간의 공통적인 바램은 건강하게 오래사는(無病長壽)것이다. 이같은 바램은 소비자의 식생활에서 나타나 영양제로서 Vitamin C.

Vitamin E (Tocopherol), Mineral Dietfibre 등의 제품이 각광받고 있다. yoghurt 도 이러한 영양식품중의 하나로 소비가 크게신장되고 있다. 그러나 yoghurt 는 다른 영양식품과 근본적으로 다른점은 미생물(젖산균)의 작용에 의해 제조되는 것이다. 즉 각종의 젖산균, 효모등의 미생물이 이들제품에 살아서 우리가 섭취하면 우리인 체내에서 주요한 기능인 정장작용을 수행함으로써 건강을 증진시키고 노화를 방지하는 것이다.

특히 최근 Bifidus 균의 유용성이 주목되고 있다.

yoghurt 의 소비확대에는 건강증진의 의료효과 뿐만아니고 자체의 상쾌한 맛 즉 기호성 때문도 크다. yoghurt 는 젖산균의 발효에 의해 생성한 특유의 풍미를 갖는데 이 Flavor 가 일부 소비자에게는 좋은 맛으로 받아들여지기도 하나 반대로 이 Flavor 를 기피하는 소비자층도 있다. 그리하여 yoghurt 의 풍미개량은 극히 중요한 과제이며 이용면에서 제품의 향미, 색, 감미, 침전방지, 보존성등을 살린 제조기술이 상당히 중요한 요소로 되고 있다.

여기서는 yoghurt 의 풍미와 색 개선에 이용될 수 있는 식품첨가 물중에서 natural flavor 나 천연색소 감미료 등에 대하여 기술코려 한다.

* 産業應用(食品製造加工) 技術士, 國立安城農業專門大學 食品製造科 教授

2. Yogurt의 풍미와 Flavoring

yoghurt의 풍미는 사용하는 유산균의 종류나 주생성물에 따라 차이가 있다.(표 1)

Str. thermophilus 및 L. bulgaricus를 혼합배

양으로 제조한 plain yoghurt의 풍미성분으로는 lactic acid, formic acid, Acetic acid, propionic acid, ethanol, O₂, Diacetyl, Acetoin, Acetaldehyde 등과 각종의 amino acid류가 관여한다는 보고가 있다.

yoghurt의 특유한 풍미는 이들 발효대사산물

표 1. 요구르트 Starter의 종류와 주생성물질

Starter	Starins	Main Fuction	Main Products
Lactobacillus (젖산간균)	L. bulgaricus L. Acidophilus L. Casei	산과 향기 생성 산생성 산생성	acetaldehyde lactic acid lactic acid
Streptococcus (젖산구균)	Str. thermophilus Str. lactis Str. Cremoris Str. diacetylactis Leuconostoc Cremoris	산생성 산생성 산생성 산과향기생성 향기생성	acetaldehyde Diacetyl Acetoin lactic acid lactic acid Diacetyl, acetaldehyde, Acetoin CO ₂ Diacetyl, Acetoin
yeast (효모)	Candida Kefyr Kluy Veromyces fragilis	알콜과 gas 생성 알콜과 gas 생성	CO ₂ , ethanol CO ₂ , ethanol

의 종류와 이들함량비율에 의해 지배된다. 특히 Acetaldehyde나 Diacetyl은 일반적으로 yoghurt Flavor의 주성분이고 이들 양자의 함량은 제품의 풍미를 강하게 지배하게 되어 이들 함량비율이 부적합하면 불쾌취의 발현과 밀접한 관계를 갖는다.

각종 yoghurt 중에서 소비신장이 현저한 것은 plain yoghurt의 기호성을 향상시키기 위한 조합기술에 의한 Fruit type yoghurt의 Fashion성과 다양성이 lead하고 있어 yoghurt의 향미품질과 Flavoring 기술향상·여하에 따라 금후의 신장이 좌우될 것으로 보인다.

요구르트의 조향(調香)은 우선 제품 발효시 복잡한 젖산균대사경로를 거쳐 생성되는 발효유 자체 Flavor의 특징을 파악하는 것이 중요하다. 즉 젖산을 비롯한 유기산에 의해 부여되는 산미(酸味)와 수렴미(收斂味) 그리고 Diacetyl 등의 carbonyl compounds, 저급 Fatty acid와 그 ester 같은 성분들이 기묘하게 배합되어 생성해 내는 발효유 고유의 상쾌한 향미를 주기 때문이다. 그러나 이러한 풍미물질들은 사용하는 유산

균주에 따라 미묘한 차이를내기 때문에 실제 발효유 생산시는 사용균주가 생성하는 향미이용이나 또는 부적합한 향미를 masking시켜 소비자의 기호에 match되는 상품을 만드는 調香(Flavoring)을 할때는 향료의 선택이 point가 된다.

다음은 yoghurt에 이용되는 Flavor의 특성과 사용상의 유의점에 대하여 설명코져 한다.

1) plain Type yoghurt용 Flavor

소위 “白” type으로 발효액 그대로 調香없이 풍미를 상미(賞味)하였는데 풍미개선을 하기 위하여 특이한 발효취를 제거하고 기호성을 향상시킬 목적으로 Flavor가 사용됨이 된다. 이때는 가급적 plain type을 살려야 하기 때문에 사용하는 香料의 量은 가급적 적게하여야 한다. 최근의 경향으로서 “보다 plain에 가깝게” soft화시킨 요구르트가 인기가 크다.

가) Citrus Flavor (柑橘香)

Orange, lemon 등의 열대과실이 주로 사용되는데 이들은 발효취나 산취의 masking에 효과가 크고 기호성이 좋은 과실 Flavor이다. 이들

Flavor의 결점은 발효유중에 첨가시 산에 의한 경시적 변화를 이끄는 성질이며 이들 첨가시 가향후 1주일정도 지나 이취(異臭)가 발생하는 경우가 있으므로 가향시 경시적변화 Test에 주의해야 한다.

나) Milky Vanilla Flavor

우유나 Cream 맛을 강조하거나 발효유 맛의 증강을 목적으로 condensed milk 나 vanilla 같은 천연형 감미재료가 사용된다.

최근에는 풍미개량에 butter 나 cream 을 효소 처리시킨 Flavor도 병용되는데 특히 유산균음료 같이 무지고형분함량이 낮은 제품에서 효과가 크다.

다) 혼합 Flavor

plain yogurt 용으로 감귤계나 Milk, Vanilla 계 Flavor를 혼합한것이나 또는 Honey 나 egg flavor의 천연향을 가미하는 제품의 yoghurt 용 Flavor가 시판되고 있다. 이들 Flavor제품은 향료 maker가 경시변화가 큰 citrus Flavor를 다른 향료와 balance 되게 배합한 것으로 각회사제품의 개성화나 기호성의 증진을 도모하는데 좋다. 또 신제품의 개발에 변형 Fruit flavor의 사용이 유리하다.

2) Fruit yoghurt Flavor.

이 제품은 Plain yoghurt에 과실가공품인 Juice, preserve, Jam, Sauce 등의 과육제품을 첨가한 것이다. 종래부터 사용되는 과실은 strawberry Orange Pineapple 등이고 최근에는 Bluce berries, Rase berries 같은 Berries 류나 Mango, Gauva Kiwi 같은 Tropical Fruits로 점점 다양화 되고 있다. 이들 과실향은 Fruit의 다양한 풍미나 Fashion성 또는 이들 과실향의 손쉬운 제조, WONF(With other Natural Flavor)등의 천연향료의 손쉬운 구득으로서 건강음료의 양상으로 크게 신장을 가져오고 있다. 이들 천연 Flavor의 제품에 대한 사용량은 0.1 ~ 0.2%이다. 이들 과실가공품의 요구르트에 사용은 발효유 고유한 산미가 과실의 감미, 향에 의하여 청량감 있게 잘 조화되고 아울러 과실색에 의한 착색효과도 커서 Fashion성이 풍부한 제품이 창출된다.

과실제품을 요구르트에 첨가시 일어날 수 있는 Flavor의 감소나 향기물질의 변화가 일어나지 않도록 첨가하기전 충분한 연구가 요망된다. 이러한 현상은 과실의 종류에 따라 다르며 특히 Citrus 류가 변화가 심한경향이다.

가) Citrus Flavor

주로 Orange가 사용되었으나 점차 lemon Grape-fruit, Mandarin 등의 Flavor도 개발되고 있다. 감귤류 Flavor는 주로 천연 정유(精油)를 사용하여 Natural한 香調를 할 수 있으나 이들 Flavor는 다른 종류의 과실향에 비하여 경시적 변화에 약한 결점이 있으므로 유의해야 한다. 과실향의 첨가는 보존성 유통면에서 가열공정에 넣어 신선한 과실향을 갖게하는데 이때 Fresh한 香調와 최고급의 香味를 갖게 하여야 한다.

나) Berries type Flavor

종래 감귤류나 딸기가 많이 첨가되었으나 점차 Blue berries 류가 급격히 사용되고 있다. 서구에서 특히 많이 애용되고 blue berry 외에 Raseberry, Gran berry, 카란트등도 신선하고 풍부한 색조때문에 금후 기대가 크다. berry fruit는 일반적으로 Jam의 Image가 강하기 때문에 이 감각을 갖는 종류의 Flavor가 선택되는 경향이며 원재료의 특성을 살린 Flavor가 좋다.

다) Tropical Fruit Flavor

Pineapple 외에 Kiwi Fruits가 발효유에 정착되고 기타 열대 과실로 Manago, Papaya, Guava 등의 특징이 풍부한 과실이 단용 또는 혼합사용함으로써 우수한 풍미의 특징 있는 제품을 얻을 수 있는 소재가 된다. 단, 색조, 풍미의 면에서 우리의 구미(口味)에 적합하여야 하기 때문에 Flavoring할때 Dessert나 음료로서도 먹거나 마실수 있게 하는 것이 사용상의 point가 된다.

3) 기대되는 과실 Flavor.

복숭아, 살구, 자두 같은 核果類나, 사과, 배 같은 仁果類 기타 melon, grape등도 발효유의 향미용으로 기대되는 과실류로서 多種多様하다.

특히 복숭아나 포도같이 기호성이 높은 것은 그 소재를 충분히 살려 좋은 제품을 얻을 수 있는 것도 있으나 일부 과실은 발효유와 향미의 조화나 발효취의 masking 면에서 많은 연구가

필요한 것도 있다.

또다른 yoghurt의 형태로 동결 yogurt가 있는데 이는 생균형, 살균형, 모조형 등으로 분류하여 제조한다. 생균형은 SNF 8%, 유산균 함유는 1000↑/mL으로 규정하고 살균형제품은 Ice cream 류의 빙파이고 모조형은 Ice cream mix에 산미료 향료를 첨가하여 만든 yoghurt를 말하는데 이러한 Frozen yoghurt에는 저온에서 발현성이 우수한 Flavor가 적합하다.

4) 금후의 yoghurt Flavor

요구르트를 건강식품으로 Image를 강조한 상품으로 Vegetable계통이나 Nuts계통의 제품이 개발되고 있다. 이것들은 素材의 특이성을 최대한 살린 것으로 향미의 기본은 Flavor형태가 추가되고 Accent를 주기위해 그것에 함유된 소재에 합당한 향료를 사용하는 것이다.

또 다른제품의 경향은 요구르트의 sour 感を 완화시켜 유제품 특유의 발효취 Image를 변조하는 효과를 갖는 Wine, Liquor 등이 금후 가능성이 큰 재료이나 주세법 등의 면에서 사용량을 제한받기 때문에 Flavor에 의해 보강할 필요가 있다. 이때 Alcohol감이 있는 Flavor가 적당하다.

멀지않아 식품에서도 기호성이 보수적인 시대는 없어질 것으로 예견되어 이 분야도 금후 한층 다양하게 진행될 것이다.

Unique한 신제품의 개발이 업계 주도형으로 추진됨으로서 생산자와 향료 maker에서 강력한 공동연구체계가 구축되는 것이 기대된다.

3. Yoghurt의 색조와 Coloring

식품들은 각각 특유한 색조를 갖어 아름다운 색채를 낸다. 가공식품도 그 색택의 양부가 상품가치를 크게 좌우하고 있어 품질판단기준의 weight도 크다. 특히 기호식품에서 그 경향은 한층 강하다.

발효유도 제품의 색상이 중요하여 자연색소나 자체색을 살려 건강식품 형태로 생산 판매되고 있다. 본래 과육혼합제품 즉 orange, strawberry를 시초로 Kiwifruit 복숭아 Cherry, blue berry

Rase berry 등의 과실을 첨가한 제품 또는 액상 固狀 yoghurt on Flavor를 한것 등이 출하고 있다.

유산균 발효원액의 색은 그대로는 식품으로 매력있는 것이 아니어서 천연색소나 인공색소의 첨가 조정이 필요하다.

허용된 합성 식용색소는 S. Lactis균같이 색소의 환원성이 강한 균종을 사용한 제품에는 착색이 불가능하다.

여기서는 허용된 식용색소외에 현재사용되는 대표적인 천연색소 중에서 발효유제품(yogurt, 유산균음료)에 사용 가능한 것에 대하여 설명한다.

1) 황~적등색

가) Annatto color

식품색소로 가장 많이 사용되는 것으로 구미(驅美)각국에서 butter, cheese Ice cream 등에 옛부터 사용되어 왔다. 이색소는 중남미, Kenya, Jamaica, Phillipines, Samoa 등지에서 생산되는 Bixa Orellana (페노키)의 종자에서 얻는다.

Anatto color의 주성분인 Bixin(C₂₅H₃₀O₄)은 油溶性이어서 Annatto는 물에 不溶이고 Ethyl alcohol에 약간 녹고 유지, propylene glycol alkali 수용액에서는 가용(可溶)이다. 예에는 비교적 안정하나 광선에는 약하다.

그 유도체인 Norbixin(C₂₄H₂₈O₄)는 물, 알콜, 유지에는 거의 녹지않고 알칼리수용액, 빙초산에는 잘 녹으며 열탕에서는 약간 용해되며 染着性이 우수하다. 최근 산성에서도 안정한 유화(乳化)분산형 제품도 개발되고 있다.

나) Paprika Color

Paprika 과실에서 얻는 등황~등적색의 脂溶性색소이다. Spain, 남미, 북아프리카 지역에서 생산된다. 유지, 알콜에 용해되고 propylene glycol에는 약간 난용이고 물에 不溶이다. 열에 강하나 광선에서는 약간 불안정하다. 산화방지제 등으로 耐光性이 개선된다. 脂溶性의 oreosine, 물분산형액상 또는 粉粧제품이 있다.

다) Carotene Pigments

과일채소의 색소로 광범위하게 분포되고 있으며 특히 당근색소로 β-carotene이 주성분이다.

물 glycerine, propylene glycol 에는 녹지 않으나 油脂에는 可溶이고 알콜에는 약간 용해된다.

열에는 안정하나 광선이나 공기중의 산소에 의해 산화가 일어나 퇴색이 된다. 항산화제 사용으로 방지할 수 있다.

라) 치자색소(Gardenia Jasminoides Color)

치자과실에 존재하는 수용성 황색소로 주성분은 gulosine 이다. 우리나라를 비롯한 중국등지가 주산지이다. 물에 잘 녹고 유지에는 不溶이고 광선이나 산(酸)에 약하다. 染着성이 꽤 우수하다.

마) 紅藍(花) 색소

국화과의 紅花에서 얻어지는 수용성 黃색소로서 「사푸라와 예로」가 주성분이다. 중국, 인도, Spain 등지에서 재배된다. 열이나 광선에 안정하여 그 용도는 넓다.

바) 울금(Curcuma Longa) 色素

생강과의 Curcuma Longa(울금)에서 얻는 황색색소로서 그 주성분은 Curcumin(C₂₁ H₂₀O₆) 이다. 대만, 인도 등의 아열대지방에서 생산된다. 물에 불용이고 ethanol propylene glycol glacial acetic acid 에 용해된다. 열에는 강하나 광선에는 불안정하다.

2) 등적~적색~자적색

가) Cochineal color

Cochenille 의 색소성분은 Carminic acid(C₂₂ H₂₀O₁₃)이다. Mexico, 중남미, 서인도제도, Spain, 카나리아 群島등지에서 생산된다. 액성에 따라 색조변화가 일어난다. 열이나 광선에는 꽤 안정하다. 단백질과 접촉하면 암자색으로 변화된다. 이는 안정제(Alumi, kAl(SO₄)₂, 12H₂O, Na-Tartarate, 인산염)을 사용하면 방지되어 적색을 유지된다.

나) 라-크색소(옷칠) Lacquer

Steak lacquer 에서 추출하여 얻으며 색소성분은 「라카인 산」이다. 태국, Burma, India 지방에서 재배된다. 액성에 따라 색조변화가 일어나며 Cochineal 색소와 성상은 비슷하나 라카인산의 용해도가 낮다.

라) Beet Red Color

붉은 무우에서 얻는 수용성 적색소로서 주성분은 Betaine 이다. 동구제국, 북미, 소련 이스

라엘, Sudan, 모로코 등지에서 생산된다. 液性에 따른 색조변화는 거의 없으나 열, 광선에는 불안정하다. 우유, 단백질에서는 紫色으로 변화된다.

라) Red Cabbage 色素

赤양배추에서 얻어지는 Anthocyanin 색소群의 하나이다. 선명한 자적~적자색을 띤다. 물, 알콜, propylene glycol 등에 잘 용해되나 유지에서는 不溶이다.

액성에 따라 색조에 변화가 일어나며 pH3.0 이하의 산성에서는 乳白色을 유지한다. 다른 Anthocyanin 색소와는 달리 자적~적자색은 나타낸다.

마) 붉은 곰팡이 색소(紅麴色素)

홍국균을 배양시켜 얻는색소로서 옛부터 중국에서 紅酒를 제조하는데 사용되어온 색소이다. 열에 약간 안정하나 광선에는 불안정하다. 액성에 따라 색조의 변화는 없고 우유단백과 접촉하여도 변색은 없다. Ethanol propylene glycol 등에는 용해되고 물, glycerine 에는 녹지 않으며 染着성이 우수한 색소이다.

3) 綠色~青色

가) Spiriluna blue color

藍藻類의 Spiriluna 가 생산하는 색소로서 주성분은 phycocyanin 이다. 선명한 청색을 띤다. 물에 녹고 Ethanol, 유지에는 녹지않으며 열, 광선, 산등에는 불안정하다. 단백질과 유사한 성상을 갖는다. 황색 천연색소나 vitamin B₂ 등과 병용하여 녹색을 얻고 있다.

나) 치자청색소(Gardenia Jasminia)

치자열매에서 얻는 청색소로서 식용청색 2 호와 유사한 색소이다.

열, 광선에 비교적 안정하나 염착성은 낮다. 황색천연색소로서 녹색을 낸다.

4) 기타색소

이상언급한 색소이외의 것으로 녹색은 Chlorophyll, 갈색은 고리안색소, Cacao 색소 Caramel 등이 사용된다.

주요한 천연색소의 종류는 표 2 와 같고 이들 천연색소의 성질은 표 3 과 같다.

표 2. 주요한 천연색소의 종류

화학구조에 의한 구분		일 반 명 칭	주 색 소 성 분	소 재	색 조
Carotenoide 계		Annato 색소 치자(gardenia)색소 Paprika 색소 당근 색소	Bixin, Norbixin Gulosine capsanthin Carotene	Bixa Orellana 치자(gardenia) 붉은 고추 당 근	황~등황색 황색 등~적등색 황~등황색
Flavonoide 계	Anthocyanin	Grape과피 색소 Grape 과즙색소 Corn 색소 赤 Cabbage 색소 berry 류 색소	(0)enin enin Cyanidin 루푸로푸라신 Anthocyanin 류	赤포도 과피 赤 포도 紫옥수수 赤 Cabbage 그란 berry등 berry류	적~자적색 적~자적색 적~자적색 자적색 적~자적색
	Chalcone	紅藍(花)황색소	사푸라워 에로	紅 花	황색
	Flavone	Corian 색소 Cacao 색소	Apigenin Polyphenol 류	Corian Cacao bean	적갈색 갈색
quinone 계	Anthra quinone	Cochenille 색소 라크 색소	Carminic acid Lacquanic acid	Cochenille stick 라크	등~적자색 등~적자색
Prophyrin 계 Diketone 계 B-cyanin 계 Azafrin 계	Chlorophyll 울금 색소 Bect red 紅麴 색소	Chlorophyll Curcumin B-cyanin	록엽식물 및 Algae 류 울 금 Red bect	록색 황색 자적색	
기 타	치자 청색소 Spiriluna 청색소 Caramel	Phycocyanin	치자의 효소처리 Spiriluna 설탕·포도당전분의배소	청색 선청색 갈색	

표 3. 주요천연 색소의 성질비교

색 조	색 소 명	용 해 성			내 광 성	내 열 성	내 염 성	내 물 미 생성	내 금속성	용액 변화(색)	염 착 성
		물	알콜	기름							
황~등 황 등~적 황~등	Annato	△	○	○	△	△	△	○	○	○	◎
	치자황색	◎	○	×	△	△	○	○	○	○	◎
	Paprika	×	△	◎	△	○	○	○	○	○	×
	당근색소	×	△	◎	△	○	○	○	○	○	×
등~적자 등~적자	Cochenille	◎	×	×	◎	◎	◎	○	×	×	△
	라크	△	◎	×	◎	◎	◎	○	×	×	△
자적~적자 자적~적자 자적~적자 적~적자 적~적자	적 Cabbage	◎	○	×	○	○	○	○	×	×	△
	포도과피	◎	○	×	○	○	○	○	×	×	△
	포도과즙	◎	○	×	○	○	○	○	×	×	△
	Corn	◎	○	×	○	○	○	○	×	×	△
	berry 류	◎	○	×	○	○	○	○	×	×	△
황	홍남황색소	◎	○	×	○	△	○	○	△	○	△
갈 갈	cacao	◎	○	×	◎	◎	◎	○	○	○	◎
	carian	◎	○	×	◎	◎	◎	○	○	○	◎

특	Chlorophyll	×	○	◎	×	○	○	○	○	○	△
황	울 금	△	◎	○	△	△	△	○	△	○	◎
적	beet red	◎	○	×	△	×	○	○	○	○	△
적	홍 국	○	◎	×	△	○	○	○	○	○	◎
청	치자청색	◎	○	×	△	○	○	○	○	○	△
청	Spiriluna 청색	◎	×	×	△	×	△	○	×	○	△
갈	Caramel	◎	△	×	◎	◎	◎	○	○	○	×

Note: ◎ 상당히 양호 ○ : 양호. △ 약간불량. × : 불량(현재한번화)

4. Yoghurt의 감미와 Sweetening

발효유의 향미는 발효에 의하여 생성되는 다양한 Flavor 물질과 산성물질에 의해 釀成되는 데 그 독특한 풍미가 기호성을 좋게 한다.

yogurt에 감미료로서 설탕이나 Fruit Sauce를 첨가하면 yoghurt의 산미를 중화시켜 맛을 부드럽게 하고 나쁜 냄새를 mask시켜 먹기 좋은 맛을 준다.

우리가 쓰고 있는 감미료로는 설탕 포도당, 과당, 물엿, 이성화당, Sorbitol 등의 천연감미료와 Saccharine, Cyclamate Stevioside와 같은 합성감미료 등이 있다. 그중 설탕은 가장 보편적인 감미료로서 그 소비량은 각국의 문화수준의 척도가 된다고 하리만큼, 설탕이 식생활과 식품공업에서 차지하는 비중은 매우크다고 할수 있다. 설탕은 아름다운맛과 여러가지 기능성으로 점도 bulk, color, 저장성등을 식품중에서 발휘하기 때문에 식품의 질에 영향을 주는 것은 물론 사용되는양에 따라서는 식품의 가격에도 영향을 미치게 된다.

그러나 국민소득의 증가에 따른 생활수준의 향상은 당뇨병이나 충치 비만증을 두드러지게 증가시키고 있어 탄수화물성 감미료의 섭취를 기피하게 됨으로서 저칼로리 혹은 무 cal성 감미료의 필요는 절실하게 되었다.

이같은 인공감미료로 1879년 합성된 Saccharine은 최근 사용이 제한되고 있고 1940년 합성된 Cyclamate는 유해성 한정으로 1970년 사용금지되었다. 1964년 미국에서 개발한 Aspartame은 1983년 미국 FAD로부터 사용이 승인되어 설탕대체감미료로 크게 각광이 기대된다.

여기서는 천연 단백질 감미제인 Aspartame의 특성과 yogurt에의 응용에 대하여 알아 보기로 한다.

Aspartame이란 두종류의 천연 아미노산인 L-Aspartic acid와 L-Phenylalanine으로 amino Acid이 peptide결합한 Dipeptide(L-Aspartyl-phenylalanine)의 Methyl ester 화합물로서 건조시 백색결정으로 되어 있다(그림 1).

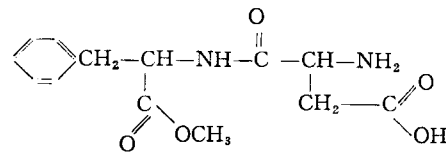


그림 1. Aspartame의 구조.

1965년 미국 Searle co.의 J. Schlater가 업질 큰 시약을 담기위해 약지를 쉽게 집으려고 손에 칠을 바르는 순간 강한 감미를 느껴 Aspartame 발견의 동기가 된 이래 사카린보다 단맛은 떨어지지만 씹쓸한 뒷맛이 없고 1983년 FDA와 미국의 학협회에서 안정성을 인정받아 현재 세계 시장소비량이 1981년 1200백만달러(108억원)이던 것이 1984년 50배의 신장세를 보여 6억 달러(5400억원)로 되었고 앞으로 2~3년내에 30억달러 규모로 확대될 것으로 전망되고 있다.

우리나라에서도 Aspartame과 그 원료인 phenylalanine의 양산기술의 특허를 취득하여 몇개 maker에서 생산시험판매에 들어갔다. (green sweet, Fine Sweet) 전량 수입설탕에 의존해오던 감미료를 Aspartame으로 일부 대체할 경우 향후 5년간 2500만달러(225억원)의 외화절감 효과를 얻게 된 것으로 전망하고 있다.

1) Aspartame의 물리적 성질은 표 4와 같고 특히 물에 잘 용해됨으로 이용성이 좋다(표 5).

표 4. Aspartame의 물리적 성질

분자량	294.3	용해도 Chloroform	0.26
융점	190.245°C	Heptane	0.04
용해도(중류수 25°C)	10.20mg/ml	Optical rotation	
Mettanol	8.68	(H ₂ O)	(α)+4°
Ethanol (95%)	3.72	Recognition Threshold	0.001~0.007%

표 5. PH별 Aspartame의 용해도

pH	Solubility, mg/ml at 25°C
3.72	18.2
4.00	16.1
4.05	15.2
4.27	14.5
4.78	13.8
5.30	13.5
5.70	13.0
6.00	14.2
7.00	10.2

Aspartame의 감미도는 삭카린을 제외하고는 가장 높아 설탕의 200배, Fructose 보다는 154배나 강하다(표 6).

가격면에서도 동일한 감미도를 얻는데 설탕보다 2배, 삭카린보다 20배 비싼편이나 유전공학 기술 향상에 의한 제조공법의 개선이나 양산체제에 의해 가격의 저하가 기대되며 삭카린이 사용금지된 나라(카나다)에서는 저 cal의 soft drink 제조에 전면 이용되고 있다. 그래서 diet 용 soft drink의 감미료로는 Aspartame이 절대 적일 수 밖에 없다.

표 6. 감미료별 감미도와 가격

감미료	감미도	동일감미도 가격(\$)
설탕	1.0	1.0
포도당	0.7	1.1
과당	1.3	2.0
고과당물엿	0.6	1.0
삭카린	300	0.05
사이클라메이트	30	0.13
xylitol	1.0	1.2
Aspartame	200	2.0

2) Aspartame의 감미특성

아스파탐의 단맛은 설탕과 같고 일반적으로 인공감미료가 내는 나쁜맛이 없고 단맛이 오래 지속되는 특징이 있다. Aspartame은 탄수화물성 감미료(설탕 glucose fructose)나 인공감미료(삭카린)와 혼합사용시 단맛의 상승효과를 나타낸다. 예를들면 설탕 40g에 Aspartame 0.25g을 첨가할때 설탕 100g의 감미도와 맞먹는다. 또 glucose에 0.135%의 Aspartame을 혼합할 경우 설탕과 같은 감미도를 나타낸다. 결국 이러한 상승효과는 다른감미료의 사용량을 줄일수 있어 가격면에서도 유리하게 된다.

또 Aspartame은 단맛을 낸은 물론 풍미의 증진과 연장효과를 내는데 특히 Orange-grape나 Grape 같은 산성과실향에서 뚜렷하다. 이러한 효과는 합성향 보다는 자연향에 효과가 크다. 그러나 Cocoa와 혼용할때는 쓴맛이 진하게 느껴지나 이 경우는 큰 문제가 되지 않는다.

Aspartame의 첨가량은 향기증진에는 0.01%, 감미증진에는 0.06%로 범위가 넓다.

3) Aspartame의 안정성

천연 amino acid의 결합구성체인 Dipeptide의 methyl ester로 이틀두구성 amino acid는 자연계에서 흔히 분리되는 화합물이며 이 두가지 원료는 발효방식에 의해 생산된 것으로 아직까지는 무해한 성분으로 알려져 있다.

열량은 설탕과 같이 1g에 4cal의 열량을 가지나 Aspartame의 감미가 설탕의 200배 이므로 극미량이 식료품에 첨가 되기 때문에(표 7) 열량증가에 극히 적은 영향을 보여 저 cal성 감미료이다 한예로 Aspartame을 첨가한 280ml 짜리/청량음료의 경우 Aspartame에 의한 cal 증가는 1~1.5 cal 정도이다.

표 7. 탄산음료의 PH 범위와 Aspartame 첨가량

음료수	pH	Aspartame 첨가량(%)
콜라	2.8	0.055~0.068
페몬-라임	3.0~3.1	0.030~0.060
오렌지	3.1~3.4	0.055~0.090
Root beer	4.0~4.5	0.055~0.070

Aspartame 은 ester 결합을 갖고있어 수분과 온도 및 PH 조건에 따라서 쉽게 분해되는 성질이 있다. 2 가지 중간경로를 거쳐 분해되는데 한가지 반응은 ester 결합이 가수분해되어 구성 amino acid 인 Aspartic acid 와 phenylalanine 이 유리되는 것과 다른 반응으로는 cyclo hydrolyzing 되어 Diketopiperazine(DKP)을 거쳐 Aspartyl phenylalanine 으로 된후에 구성아미노산으로 분해된다.

이러한 분해반응은 온도가 높은 조건에서 빨리 진행됨으로 제빵, 튀김, 기타 높은 온도에서 조리 가공될 경우 분해정도는 심하게 된다.

가열에 의한 분해를 그림 2에서 보면 105°C 에서 100 시간후 5%이나 150°C 고온에서는 20 시간만에 100% 완전 분해됨을 알 수 있다. 그러나 고온제조인 candy 경우 Aspartame 을 향료와 함께 냉각과정에 첨가하면 분해는 안전하다. Aspartame 의 분해량은 시간에 비례해서 증가하며 온도가 높을수록 증가한다.

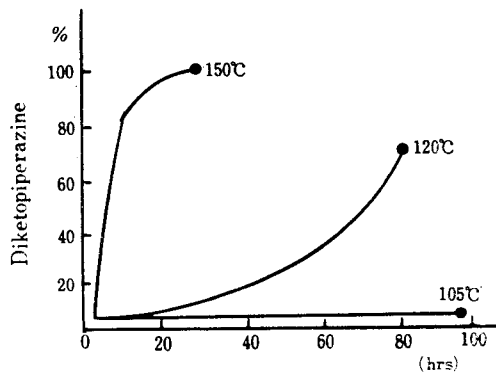


그림 2. 가열온도에 따른 Aspartame의 분해율

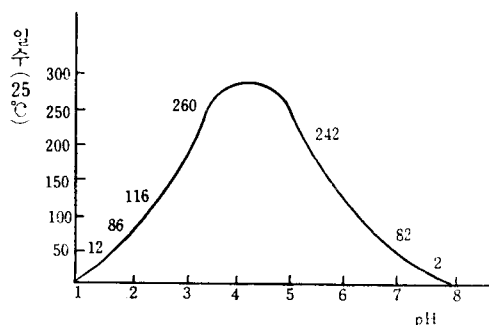


그림 3. PH별 Aspartame 이 50%가 분해하는데 소요되는 일수

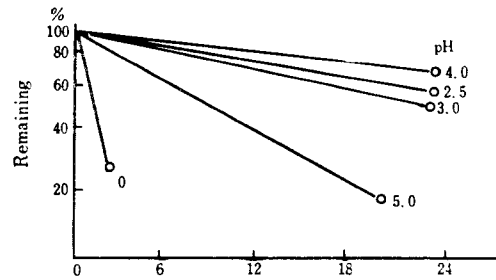


그림 4. 각 PH에서 Aspartame 의 안정성 (80°C)

용액의 PH 에 따라서도 분해속도가 영향을 미쳐 25°C에서 PH 조건별 Aspartame 50% 분해하는데 소요되는 시간을 그림 3에서 보면 PH 4~5 에서 가장 높았다. 그러나 온도가 보다 높아지면 분해속도도 빨라진다. 80°C에서 안정 최적 pH는 4이고 PH 5.0에서는 7~8시간후에 약 50%가 분해되어 고온에서는 안정 pH 범위도 좁아지는 것을 알 수 있다. 이런경향은 UHT 살균조건이 저온살균조건보다 Aspartame 의 감미가 식품중에 유지되는데 유리한 살균방법임을 알 수 있다.

액상식품에서 Aspartame 의 감미감소는 Aspartame 의 사용에 제한조건이 된다. 탄산음료는 액상음료이기 때문에 Aspartame 의 轉化가 용이할 것 같으나 표 7에서와 같이 PH 조건이 Aspartame 의 안정 PH 이고 저온유통으로 6개월이상 저장한후도 감미의 변화가 없다는 보고도 있다.

표 7에서 음료들의 PH는 2.8~4.4로 이는 Aspartame 의 안정한 PH 조건이다.

이같이 낮은 PH 와 저온에서 가공저장되는 식품(yoghurt 포함)의 경우에는 Aspartame 분해에 의한 감미의 감소나 기호도에 문제가 없음을 알 수 있다.

yoghurt 의 풍미는 발효생성물에 의해 좌우되는데 발효에 의한산은 구연산, 사과산은 mild 한 산미를 주는데 반해 젖산은 떼은 맛(渋味)을 내고 자극취나 불량한 산미를 식초산등은 휘발성이 크고 자극취나 불쾌한 산미를 내어 발효유의 풍미를 손상케 하는 주원인이 되는데 이러한 산의 불쾌미를 Aspartame 의 첨가로 크게 개선할 수 있는 것으로 알려졌다.

이상과 같이 Aspartame의 특성을 살려 요구르트에 이용함에 있어서 발효유에 유래하는 불쾌한 맛이나 냄새를 mask, 조정시켜 불쾌미가 없는 감미를 부여하여 풍미를 향상시키는데 설탕량을 줄여 낮은 cal 화나 충치대책에 기여하여야 할 것이다.

5. 맺음말

우유의 저장성과 식미성을 높인 가공품인 yogurt는 현재 우리 모두가 건강기호식품으로 의심없이 받아들이고 있는 유산균 함유 음료이다.

초기의 yogurt 제품품질에서 많은 개량을 가져와 생산판매되고 있으나 아직도 우리 구미(口味)나 제조물의 식미결합은 아직도 개선의 여지가 많다.

여기서는 yogurt 품질에서 중요한 요건인 Flavor, color, 및 sweetener 등에 관하여 언급하였으며 이 자료가 실제 yogurt 품질개선에 도움이 되었으면 한다. 특히 최근 개발보급된 대체감미료인 Aspartame은 yogurt 제조에 응용하는 것이 여러면에서 유리할 것으로 생각된다. 그러나 천연감미료인 stevioside는 불임을 Aspartame

은 구토 두통 발진등의 증세를 유발할 수 있다는 주장도 있으나 이러한 현상은 그 사용량의 초과시에만 고려될 것이다.

참 고 문 헌

1. 이성갑, 1985, 기술사, 18(2) 30~45.
2. 이성갑 1985, 안성농대 논문집 17, 365~380.
3. 安田侃, 下泉雅 有越智敬志 1983, New Food Industry 25(7) 39~45.
4. 小宮順, 1983, New Food Industry 25(7) 46~49.
5. 강국희, 1979, Food Science 12(3)
6. 윤영호, 1980, Food Science 13(2) 34~38.
7. 김현옥, 1985, Food Science 18(4) 26~31.
8. 황철성, 안효일 1982, 축산식품가공학 세진사, 87~88.
9. 이신호, 1985, 식품기술정보, 3(33) 3~13.
10. 대체감미료, 동아일보 1985. 12. 24.
11. Rasic J.L and Kurmann, J.A 1978, yogurt, Technical dairy pub. House, Denmark.
12. 김충만 1985, 식품공업 78, 25~29.
13. Barry, E. Homler 1984, Food Technology, 50.
14. Baldwin, R.E. and Korshgen, B.E. 1979, J. Food Sci. 44, 938.
15. 祐川金次郎, 1975. 乳業技術便覽(上卷) 337.