

## 醱酵乳의 健康增進 效果

林 光 世

(株) 韓國야쿠르트 中央研究所

### 序 論

사람들은 누구나 건강하게 오래 살기를 바라고 있다. 健康이란 단순히 병이 없는 소극적인 상태가 아니라 육체적으로나 정신적으로 모든 기능을 활발하게 발휘할 수 있는 적극적인 상태를 말하는 것이다. 이러한 의미에서 건강을 증진시키는 것은 더욱 중요한 의미를 갖는다. 그러나 건강·장수를 바란다고 누구나 건강하게 오래 사는 것은 아니다.

인간의 건강과 수명에 영향을 주는 요인은 많이 있지만 그 중에서도 매일 먹는 음식이 가장 중요한 요인 이라는데 많은 과학자들이 동의하고 있다. 음식 이외에도 유전적인 특성, 생활습관, 환경오염, 스트레스, 위생상태와 질병, 기후 등 많은 외부 환경 요인에 의해서도 영향을 받는다. 이러한 이유에서 많은 인류학자들은 장수하는 사람들이 많은 지역의 생활과 음식에 대한 많은 관심과 연구를 수행하였다.

19세기 후반 프랑스 파스퇴르 연구소에 근무하던 러시아 태생의 메치니코프(Elie Metchnikoff; 1845~1916)는 발칸 지방에 장수하는 사람이 많다는 사실을 발견하고 그 지역의 역학조사를 실시하여 그 연구결과를 토대로 "인간생명의 연장(The Prolongation of Life)"이라는 논문을 발표하였다. 그는 이 논문에서 발칸지방 사람들의 장수 원인을 그 지역 사람들이 상식하는 'yahourth'라고 불리는 발효유(Bulgarian Milk) 때문이라고 주장하였다. 이로 인해 요구르트가 대표적인 장수식품으로 인식되면서 유산균과 더불어 발효유에 대한 많은 연구가 오늘날까지 진행되고 있다. 최근에는 과학의 발달로 인하여 경험적으로 알려진 발효유와 유산균의 인체 유용작용에 대한 과학적이고 체계적인 연구가 진행되어 체험적으로만 느끼던 발효유의 효과에 대한 학문적인 근거를 제시하고 있다.

본 원고에서는 현재까지 알려진 발효유의 인체 건

강증진 작용에 대하여 사람을 대상으로 한 임상실험 위주로 정리하였다.

### 醱酵乳의 歷史

#### 1. 醱酵乳의 起源

발효유(Fermented milk)는 일반적으로 牛乳, 山羊乳, 馬乳 등과 같은 포유동물유의 젖을 원료로 하여 유산균이나 효모 또는 이 두가지 미생물을 스타터(starter)로 하여 발효시킨 식품을 의미한다.

발효유는 동지중해(지중해~페르시아만) 지역에서 아마도 페니시아(Phoenicia)시대(B.C. 3000년경) 이전에 유래되어, 그 후에 중동부 유럽지역으로 전파되었던 것으로 알려져 있다. 그 후 발효유는 유목시대부터 인간이 즐겨 먹는 식품으로 인정되어 왔다.

요구르트의 기원에 대한 대표적인 說은, 사막의 유목민들이 신선한 우유를 가축부대로 만든 용기에 넣어 사막을 횡단했는데 우유가 사막의 더운 기후에서 세균에 의해서 자연 발효되어 커드(curd)가 형성되었는데 이것이 자연적인 발효유의 탄생이었으며, 이때 生乳에 오염되어 발효유를 만들어준 세균은 유산균이었을 것이라고 추정된다.

중앙아시아의 유목민인 아리아인은 말젖으로 만든 쿠미스(kumiss)라는 알콜성 발효유를 상식하였고, 메소포타미아 지역의 아무르인은 가축의 젖으로 만든 발효유를 식생활이나 치료 목적으로 사용했다고 전해지고 있다. 또한 발효유는 구약성서 창세기에도 그 기록이 있는 것으로 보아도 오랜 역사를 갖고 있음을 알 수 있다.

이와 같이 고대 중앙아시아인이나 유럽인들은 동물의 젖을 그대로 먹는 것보다는 유산균으로 발효시켜 먹는 것이 소화에도 좋고 영양적으로도 우수하다는 것을 경험으로 알고 있었다.

**Table 1.** Yogurt and similar products in different countries

Product name	Country of origin
Jugurt, Eyran, Ayran	Turket, etc
Busa	Turkestan
Kissel Mleka	Balkans
Urgotnic	Balkan Mountains
Leban, Laban	Lebanon, Arab countries
Zabady(Zabbady)	Egypt, Sudan
Mast, Dough	Iran, Afghanistan
Roda	Iraq
Dahi, Dadhi, Dahee	India
Mazun, Matzoon, Matsun, Matsoni	Armenia
Katyk	Transcaucasia
Tiaourti	Greece
Cieddu	Italy
Mezzoradu	Sicily
Gioddu	Sardinia
Biokys	Czechoslovakia
Karmdinka	Poland
Tarho	Hungary
Tykmaelk, Ymer	Denmark
Villi(Fiili)	Finland
Filmjolk, Fillbunke, Surmeik,	Scandinavian
Taettemjolk, Tettetmelk	
Iogurte	Brazil, Portugal
Proghurt	Chile
Skyr	Iceland
Gruzovina	Yugoslavia
Kefir, Donskaya, Varentes Kurunga, Russia(Soviet Union)	
Koumiss, Ryazhenka, Guslyanka	
Tarag	Mongolia
Shosim, Sho, Thara	Nepal

(Source : Nakazawa and Hosono, 1988)

## 2. 世界 各國의 傳統 醱酵乳

지역에 따라 사용되는 원료유나 함유된 유산균의 종류, 배양방법 등에 따라 매우 다양한 종류가 존재하는데 편의상 지역에 따라 구분하면 Table 1과 같다.

스칸디나비아 반도에서 주로 소비되는 Villi는 점성 물질을 생성하는 유산균을 사용하여 점도가 높은 특징이 있으며, Denmark의 대표적인 발효유인 Ymer는 단백질이 강화된 제품이다. Skyr는 Iceland의 전통발

효유로 AD 870년 경부터 먹어왔으며 전통적인 skyr는 양젖을 이용하여 제조되었으며 유산균과 효모가 스타터로 사용되었다. 러시아의 전통 발효유인 케피어(Kefir)는 코카서스(Caucasus) 지방에서 제조되었는데 kefir grain이라는 종균을 사용하여 발효시키는데, 최종 제품에는 알코올이 약 0.5~1.5% 정도 함유되어 있고 탄산가스를 함유하여 자극적인 맛을 가지고 있다. 이란의 발효유인 Dough는 요구르트와 물을 1:1로 혼합한 후에 소금과 민트를 넣어 만든다.

## 3. 우리나라의 醱酵乳

중국에서는 은나라때 우유를 가리키는 갑골문자(甲骨文)가 나타나는 것으로 보아 이때 이미 우유를 음용하고 있었음을 알 수 있다. 그러나 중국에서는 주로 만리장성 북쪽의 유목민족이 우유를 이용하였으며 본토에서는 약으로만 이용하였다. 우리나라에 우유가 유입된 것은 불교의 전래와 함께 4세기 경으로 추측되며 불가의 醫書와 함께 유제품의 이용방법이 전래되었을 것이다. 그러나 우리나라의 유산균 발효식품이라고 하면 모두 '김치'를 이야기하지만 발효유에 대한 기록이 많이 남아 있지 않을 뿐 우리 민족은 고대부터 발효유를 고급식품과 약의 일종으로 사용해왔다. 고대 및 삼국시대의 건국설화에서 보면, 고구려의 주몽이 말의 젖을 먹었고 후백제의 시조는 범의 젖을 먹었다고 한다. 일본에서는 백제인 복상(福常)이 일본의 유조(乳祖)로 칭송되는 것으로 미루어 볼 때 우리 민족은 이미 우유를 음용하였음을 알 수 있다(Fig. 1).

고려시대에는 불교의 연등행사인 팔관회에서 수(酬)라는 연유형 제품이 평민들 사이에서 제조되어 복용되었다. 조선시대에 낙죽(酪粥)이라는 우유로 만든 죽(粥)이 있었는데 한의학자인 李昌庭이 지은 '林園十六志'에서 '우유는 노인의 기운을 돌우고 여러 병을 다스리는데 좋다'고 하였다. 또한 허준의 '東醫寶鑑'에서는 '가슴이 답답하고 목이 마르는 증세를 다스리고 피부를 매끄럽게 하며, 심장과 폐를 튼튼하게 하고 열독을 없앤다'고 하여 그 당시 임금을 비롯한 귀족들의 우유 소비가 급증하자 세종 2년(1420)에 유우소(乳牛所)라는 관청을 폐지하였으며 그 후 약으로만 사용하였다.

근대에는 6.25 동란 후 한국야쿠르트에서 국내 최초의 액상발효유를 생산하기 시작하여 우리나라의 유산균 발효유 산업의 장이 열리게 되었다. 이후 삼양유



Fig. 1. 조선시대 착유도(작자미상)

업에서 미국 카네이션사와 기술제휴로 농후발효유를 생산하게 되었으며 현재는 10개 이상의 업체가 다양한 제품을 생산하고 있다.

**醱酵乳의 種類와 規格**

**1. 醱酵乳의 種類**

발효유는 원유 또는 유가공품을 유산균 혹은 효모로 발효시킨 것으로 발효유의 종류와 형태는 사용 乳原料, 고형분, 미생물, 지역 등에 따라서 대단히 많으나, 醱酵의 근간이 되는 最終 醱酵産物의 종류에 따라 분류하면 크게 2가지로 분류하기도 한다.

- 순수하게 유산균에 의해 발효되어 만들어진 젖산 발효(Lactic acid-fermented milk)
- 유산균과 효모(yeast)에 의해 일부 알콜 발효를 일으켜 만들어지는 젖산-알콜 발효유 (Lactic acid-alcohol fermented milk)

이들 중 젖산-알콜 발효유는 동유럽지역에서 아직도 고전적인 형태로 제조되고 있으나, 유산균 발효유는 전 세계적으로 소비가 증가되면서 액상발효유, 일반요구르트, 과일요구르트(Fruit yogurt), 냉동 요구르트(Frozen flavored yogurt), 마실 수 있는 드링크 요구르트(Drinkable yogurt), 저지방 요구르트(Low fat yogurt), 살균 요구르트(Pasteurized yogurt) 등 소비자의嗜好度에 따라 다양한 제품이 생산·판매되고 있다.

우리나라의 경우는 제품의 외관과 무지유고형분(Solid-Non-Fat; SNF) 함량에 따라 발효유와 농후발효유로 대별된다. 또한 농후발효유는 제품의 형태에 따라 과일(과육)을 넣어서 떠먹도록 만든 스타드(stirred) 타입 요구르트와 과즙을 넣고 균질 공정을 거쳐서 마실 수 있도록 만든 드링크 타입 요구르트로 구분하기도 한다.

**2. 醱酵乳의 規格**

**1) 우리나라**

국내 발효유의 품질 및 성분 규격은 Table 2에서 보는 것과 같이 무지유고형분과 유산균수에 의해서 구분되고 있다.

우리나라의 경우 1971년도에 야쿠르트(Yakult)란 상표로 65ml 용량의 액상발효유 형태로 처음 소개되었으며, 1981년도에 삼양식품이 떠먹는 호상발효유를 국내 처음으로 소개하였다. 그러나 호상발효유는 액상발효유에 친숙해진 소비자들에게 쉽게 각광을 받지 못하다가, 88서울 국제올림픽을 전후로 하여 크게 소비가 증가하였다.

드링크요구르트(Drinkable yogurt; DY)는 유고형분이 호상 요구르트와 유사하고 떠먹는 불편함이 없이 간편하게 마실 수 있도록 고안되어 1990년도에 선을

Table 2. 발효유의 성분에 따른 분류

항 목	발효유	농후발효유
무지유고형분	3.0% 이상	8.0% 이상
조지방	-	-
유산균수 또는 효모수	$1 \times 10^7$ CFU/ml	$1 \times 10^8$ CFU/ml
대장균군	음성	음성
해당 제품군	액상발효유	호상발효유, 드링크발효유

(출처 : 식품공전, 2001)

보이기 시작하였다. 따라서 최근 한국의 발효유의 시장은 액상발효유(65ml, 100원대 제품), 떠먹는 호상 요구르트(110g, 400원대)와 마시는 드링크 요구르트(150ml, 700~1,000원대) 제품으로 크게 3가지로 대별되는 발효유시장이 형성되었다.

우리나라의 국민 1인당 연간 발효유의 총 소비량을 조사하여 보면, 호상 요구르트가 본격적으로 발매되기 시작한 1988년도부터 급격히 증가하여 1997년도의 우리나라 국민 1인당 발효유 소비량은 14.2 kg를 기록하였으며, 이러한 소비량은 아시아 지역에서 가장 높은 소비수준으로 유럽지역의 발효유 소비량에 근접하고 있다. 1996년도 국제낙농연맹(IDF)에서 발표한 세계 주요 국가 1인당 연간 발효유의 소비량을 보면 핀란드, 아이슬란드, 스웨덴, 덴마크, 네덜란드 등의 북서 유럽국가와 불가리아, 이스라엘 등의 국민들이 여전히 발효유 소비가 20~30 kg대의 높은 수준을 유지하고 있다.

2) 일본

후생성의 식품위생법에 의해서 2종류로 구분되는데, 우리나라와 마찬가지로 무지유고형분과 유산균수에 의해서 Table 3과 같이 구분된다.

3) FAO/WHO 규격

FAO/WHO에서 규정한 발효유에 대한 규격은 SNF 8.2% 이상, 유지방 3.0% 이상으로 유성분에 대한 규격은 있으나 유산균수에 대한 규격은 없으며, 전통적으로 요구르트 제조에 사용되는 *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*와 *S. thermophilus*에 의한 배양물로 정의하고 있다. 또한 지방함량에 따라 부분탈지 요구르트 (partially skimmed yogurt; fat content 0.5~3.0%)와 탈

지 요구르트(skimmed yogurt; fat content < 0.5%)로 구분하기도 한다.

3. 乳酸菌 스타터(Lactic Starter)

유산균이라 함은 포도당 또는 乳糖과 같은 탄수화물을 분해·이용하여 젖산과 초산 이외에 소량의 에탄올, 탄산가스 등을 생산하는 그람(Gram)양성균이다. 단백질을 분해하지만 부패시키는 능력이 없으며, 인체에 해로운 물질들을 생성하지 않고 유익한 작용을 하는 세균을 말한다.

유산균의 발견 역사를 간단히 살펴보면 다음과 같다.

- 1858년 : Louis Pasteur, 최초로 유산균 발견
- 1899년 : Tissier, *Bifidobacterium* 발견
- 1900년 : Moro, *L. acidophilus* 발견
- 1904년 : Metchnikoff, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* 발견, '생명의 연장' 논문 발표, 대식세포설 입증으로 노벨상 수상 (1908년)
- 1916년 : Orla-Jensen, *L. casei* 발견

유산균의 분류는 최종발효산물(homo-fermentative, hetero-fermentative), 세포 형태(rod, cocci), 생장온도(mesophilic, thermophilic), 생육조건(anaerobic, aerobic) 등에 따라 다양하게 분류할 수 있다(Sneath 등, 1986). 지금까지 밝혀진 유산균은 300~400여 종류로 알려지고 있으며, 그 중 20여 종이 발효유 제조 및 발효산업에 이용되고 있다(Table 4 참조).

전통적으로 요구르트 제조에는 *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*와 *Streptococcus thermophilus*가 사용되어 왔으나, 최근에는 유산균 중에서 인체 유

Table 3. Standards for fermented milk and lactic drinks

Type	Definition	Standard	
		SNF (%)	Cell counts
Fermented milk	Milk, or milk with added milk SNF, adding lactic acid bacteria or yeasts	8.0 이상	1 × 10 <sup>7</sup> CFU/ml
Lactic milk drink	Drinks processed from milk fermented with lactic acid bacteria or yeast (except fermented milks)	3.0 이상	1 × 10 <sup>7</sup> CFU/ml

(Source : Nakazawa and Hosono, 1988)

**Table 4.** Lactic starter used in production of fermented milks

Genus	Species
<i>Lactobacillus</i>	<i>acidophilus</i> , <i>casei</i> , <i>delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> , <i>helveticus</i> , <i>plantarum</i> , <i>reuteri</i> , <i>rhamnosus</i>
<i>Bifidobacterium</i>	<i>adolescentis</i> , <i>bifidum</i> , <i>breve</i> , <i>infantis</i> , <i>longum</i>
<i>Streptococcus</i>	<i>thermophilus</i>
<i>Lactococcus</i>	<i>lactis</i> , <i>cremoris</i> , <i>diacetylactis</i>
<i>Enterococcus</i>	<i>faecium</i>

용작용이 탁월하여 probiotics로 분류되는 여러 균종 (*L. acidophilus*, *L. casei*, bifidobacteria 등)이 함께 사용되고 있다.

#### 4. 케피어(Kefir)

Kefir는 코카서스 산악지대에서 유래된 가장 오래된 젖산-알콜 발효유 제품의 하나로서, 염소, 양 및 소의 젖을 이용하여 제조된다. 러시아, 헝가리, 폴란드 등 주로 동유럽에서 크게 인기를 끌고 있으며, 러시아에서 소비되는 발효유의 70%를 차지하고 있다. 또한 전 세계적으로 그 소비가 확대되고 있다.

Kefir는 다당류 입자에 다양한 미생물들이 포함되어 있는 작은 덩어리 모양의 kefir grain 들로 구성되고 또 이 grain에 의해 발효가 이루어진다는 점에서 일반 요구르트와 다르다. 이 grain에는 다양한 종류의 乳酸桿菌(*L. acidophilus*, *L. kefir*, *L. casei* 등), 乳酸球菌(*Lc. lactis*, *Lc. cremoris*), leuconostocs 등의 박테리아와 효모(*Candida kefir*, *Kluyveromyces marxianus* var. *marxianus*, *Saccharomyces cerevisiae* 등)가 존재하는데, 전체 미생물 균총의 분포를 살펴보면 유산 간균이 70%

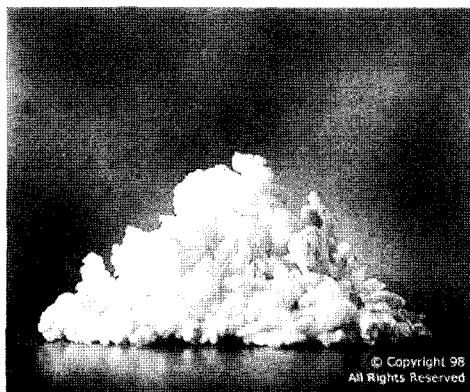
유산 구균이 20%, 효모가 5~10%를 점유하고 있다. 이 미생물들에 의해 생산되는 적은 양의 탄산가스, 알코올, 그리고 방향성 물질이 탄산가스의 거품과 독특한 신맛 그리고 독특한 관능적인 특성을 제공한다.

Kefir grain은 꽃양배추(cauliflower florets) 모양으로 지름이 3~20 mm이며, 乾物기준으로 단백질 13%, 다당류 24%, 세포 단편, 그리고 미지 물질로 이루어져 있다(Fig. 2). 다당류의 주요 성분은 kefiran이라는 수용성 물질로 *L. kefiranofaciens*와 *L. kefir*를 포함한 hetero 젖산발효를 하는 유산 간균이 주로 생성하며, 이 유산균들은 kefir grain 내부에 존재하며 kefir grain의 증식에 관여하고 있다.

Kefir는 제조 방법의 특성상 대량생산이 어려워 상업화되지 못하고 소량 생산되어 오다가 최근에 전통적인 방법으로 제조된 kefir와 같은 특성을 갖는 현대적인 제조 방법에 대해 많은 연구들이 진행되고 있다. 전통적으로 가정에서 kefir를 제조하는 방법은 다음과 같다. 살균한 우유에 kefir grain(2~10%)을 접종하고 20~25°C에서 24시간 발효시킨 다음 grain을 체로 걸러낸다. 이 자체로 음용할 수 있으며, 증식한 grain은 다음 제조에 사용한다. Kefir grain은 상온에서 건조한 후 냉장(4°C) 보관할 수 있으며, 장기간 보존하기 위하여 grain을 냉동건조 또는 냉동보관할 수 있다.

Kefir의 일반성분과 풍미는 원료유의 종류(소젖, 양젖, 염소젖, 말젖)와 지방함량, grain 또는 starter의 조성, 그리고 기술적인 생산 조건에 따라 상당히 차이가 있다. 발효시 젖산, 탄산가스, 그리고 알코올이 주로 생산되고, diacetyl과 acetaldehyde와 같은 많은 방향물질이 생산된다. Kefir의 pH는 pH 4.2~4.6이고, 요구르트와 마찬가지로 발효에 의해 유당 함량은 감소되고  $\beta$ -galactosidase 수준은 증가한다. 또한 약간의 단백질 분해활성 증가에 의해 유리 아미노산이 증가한다.

전통적으로 제조된 kefir의 많은 건강증진 효과들이



**Fig. 2.** Kefir grain.

보고되어 왔으며, 구 소련에서는 병원이나 대사 장애, 동맥 경화증, 엘러지, 위장관 장애 환자를 위한 요양소에서 kefir를 치료 목적으로 사용해왔다. 그리고 현대적인 치료에 의해 완치가 되지 않는 결핵, 암 등의 치료를 위해 사용되기도 한다. 최근에는 동물을 이용한 연구결과들에서 항균, 면역, 항암, 그리고 cholesterol 저하효과를 있음이 보고되고 있다.

### 醱酵乳의 健康增進效果

발효유의 과학적 효능은 19세기에 들어오면서 미생물학의 발달로 서서히 알려지게 되었으며, 메치니코프의 연구 결과가 발표하면서 더욱 가속화되었다. 그는 불가리아 지방 사람들의 장수가 그 지방 전통의 발효유(요구르트, yhourth)의 다량 섭취에서 기인한다고 하였다. 요구르트를 섭취함으로써 그 중에 다량 함유된 유산균이 장내에 유입되어 장내 부패균을 제거하고, 그 결과로 장내 유해균이 생성하는 독소로 인한 만성 중독(그는 이것이 老化的 원인이라고 주장함)을 방지한다고 주장하였다. 그 이후 유산균과 발효유가 인체 미치는 건강증진효과에 대하여 과학적인 연구가 여러 분야에서 연구되었으며, 현재도 그 노력이 계속 진행되면서 새로운 사실들이 밝혀지고 있다.

발효유는 식품으로서의 영양적 기능뿐만 아니라 발효유 제조에 필수적인 살아있는 유산균을 함유하고 있으므로 발효유가 나타내는 여러 가지 기능의 상당부분을 유산균이 제공하고 있다고 여겨진다. 또한 발효유는 섭취하였을 때 위산이나 기타 소화액으로부터 유산균을 안전하게 보호하여 목적하는 소화장기인 소장과 대장에 수송하는 일종의 carrier 역할을 한다.

#### 1. 營養的 側面

유산균 발효유는 우유와 함께 전 세계적으로 많은 국가에서 일상적으로 섭취하는 주요한 발효식품 중의 한 종류이다. 발효유의 영양적 가치는 인체에 필요한 영양소의 종류, 양, 이용 효율면에서 볼 때 인류에게 “거의 완전한 식품”으로 알려진 우유를 원료로 이용하기 때문에 우유의 영양적 가치 이외에 유산균에 의한 각종 대사산물의 생성 등으로 인하여 영양학적 가치가 우유보다도 우수하다고 하겠다.

발효유는 우유와 비교할 때 우선 저장성이 증가하고, 소화가 용이하며, 건강에 유익하다는 특징이 있다.

특히 발효유는 유산균을 배양시켜 만드는 과정에서 단백질이 분해되어 필수아미노산의 함량이 증가되고, 동양인에게는 소화성이 나쁜 우유의 乳糖도 상당량이 분해되어 젖산 및 포도당과 galactose로 분해되어 소화 흡수가 용이하며, 유산균이 배양 중에 생성한 비타민 B<sub>12</sub>, 엽산, 나이아신, 그리고 生理活性物質은 그대로 섭취되어 우리의 건강에 직·간접적으로 효과를 나타낸다.

1984년 IDF의 발효유 관련 심포지움에서 발표된 발효유제품의 주요 영양학적 특성을 요약하면 다음과 같다.

- ① 단백질의 소화흡수를 증진시키는 작용을 한다.
- ② 위의 산도에 영향을 준다.
- ③ 천연단백질에 대한 알레르기 반응을 감소시킨다.
- ④ 지방의 소화 및 흡수작용을 촉진시킨다.
- ⑤ 유당 소화불량 소비자에 의한 유제품의 소비를 가능하게 한다.
- ⑥ 소화액의 분비를 증가시킨다.
- ⑦ 칼슘, 인, 철분의 이용도를 향상시킨다.
- ⑧ 체내에 비타민 B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, 나이아신, 엽산의 양을 증가시킨다.
- ⑨ 미각이 양호하다.

#### 2. 人體 有用作用

발효유제품은 영양 생리적으로 우수한 식품으로 간주되고 있으며, 요구르트의 정기적인 섭취는 장수 및 건강에 좋다고 알려져 있다. 그 건강증진 효과는 발효유의 원료가 되는 우유와 발효에 필요한 유산균, 그리고 발효과정 중에 생성된 대사산물의 복합적인 작용으로 알려져 있다.

발효유의 건강증진 효과에 대해서는 메치니코프의 연구를 시작으로 많은 연구자에 의하여 장운동 조절, 병원성 세균의 억제, 소화 흡수의 촉진, 변비·설사의 예방 및 개선효과 등의 작용이 과학적인 접근방법에 의해 밝혀지고 있다. 또한 최근에는 血中の 콜레스테롤 저하작용, 면역 강화 작용 및 항암 작용에 관해서도 연구 결과들이 보고되고 있다. 발효유의 건강증진 효과를 살펴보면 다음과 같다.

#### 1) 乳糖 소화불량(Lactose Maldigestion) 改善

유당은 우유에 약 5% 정도 함유된 二糖類로 섭취

시 소장에서 분비된 乳糖分解酵素(lactase;  $\beta$ -galactosidase)에 의해서 포도당과 galactose로 분해되는데, 이 분해효소가 없어서 섭취된 유당이 분해·흡수되지 못하는 것을 유당 소화불량(lactose maldigestion)이라고 하며 분해되지 못한 유당이 대장으로 내려가 미생물에 의해 분해 이용됨으로써 가스가 생기고 장을 통과하는 시간이 길어져 장기가 확장되고 미약한 복통이나 설사를 유발하게 되는데 이런 증상들을 통칭하여 乳糖不耐症(lactose intolerance)라 한다. 그러나 유당 소화불량자가 모두 유당 불내증을 나타내지는 않는다.

전세계 인구의 약 3/4이 이 현상이 있는데, 인종에 따라 매우 다양한 경향을 나타낸다. 즉, 유럽의 백인의 경우 5% 미만인 유당소화불량증을 가지고 있는 반면에 아시아와 아프리카인 거의 대부분의 사람이 이 증상을 가지고 있다. 출생 직후에는 이 효소의 분비와 활력이 왕성하다가 離乳期를 즈음하여 그 분비(활력)가 줄어들어서 초기의 5~10% 수준을 유지하게 된다.

우유는 우수한 영양소원(특히 칼슘)이기는 하나 유당소화불량증이 있는 사람은 매일 마시기가 부담스러울 수 있지만, 유당 소화불량자도 하루에 1컵 정도(약 240 ml; 유당으로 약 12g)의 우유를 마시면 유당을 별 이상증세 없이 이용할 수 있고, 우유의 양은 조금씩 증가시키면 유당소화불량증을 방지할 수 있다고 알려져 있다. 한편, 유당이 제거된(분해된) 유제품의 섭취를 권하지만 제품이 매우 제한적으로 생산되고 있다.

섭취된 유당이 대장내의 미생물에 의해서 분해되고 생성한 가스의 일부가 혈액으로 흡수되어 호흡시 排氣로 배출된다. 일반적으로 유당 50 g을 섭취한 후 배기 내에 기본 수준보다 수소가스의 농도가 20 ppm 이상 증가하면 유당 소화불량증이라고 한다. 발효유를 먹으면 유당 소화불량증이 있는 사람도 배기의 수소농도가 감소하였다는 연구결과가 많이 보고되었으며, 이는 요구르트의 유산균이 유당의 소화에도움을 준다는 과학적 증거라고 할 수 있다. 발효유의 경우는 유산균에 의해서 배양(발효)과정에서 유당의 일부가 분해되고 살아 있는 유산균이 유당 분해효소를 분비하여, 장내에서 계속해서 유당을 분해시키기 때문에 유당 소화불량증이 있는 사람에게 유제품을 섭취할 수 있는 해결책으로 제시되고 있다.

2) 腸內 菌叢 正常化 및 整腸 作用

사람의 장내에는 400여 종류 이상,  $10^{14}$ 의 각종 세균들이 장내 군총(腸內菌叢)을 이루어 살고 있다. 분변의 1g당 대략 1,000억 마리의 세균이 존재하며, 용적으로 보면 분변의 1/3~1/2을 차지하는 것으로 추정한다.

사람은 어머니 배속에서 무균 상태로 지내다가 세상에 태어나면서부터 각종 미생물이 신생아의 장기에 들어가서 자리잡게 된다. 출생 후 1~2일이 지나서 인체에 유해한 대장균, *Enterococcus*, *Clostridium* 등의 부패균 등이 먼저 자리잡게 된다. 그 후에 인체에 유익한 *lactobacilli*와 *bifidobacteria*가 출현하면서 처음에 왕성한 활동력을 보이던 유해균들은 *bifidobacteria*가 우점해감에 따라서 점차로 감소되어 간다. 생후 약 1주일 이후에는 안정된 군총이 형성되는데 *bifidobacteria*가 장내 군총의 90% 이상을 차지하는 것으로 보고되었다. 약 7세 이후부터는 성인의 장내 군총과 거의 비슷하게 되며 *Bacteriodes*, *Eubacteria*, 혐기성 *streptococci* 등이 최우세 군총을 형성하게 되고, *bifidobacteria*, *enterococci* 등의 순으로 존재한다. 주목할 만한 것은 노년기에 가면서 *bifidobacteria*는 감소하고 장내의 유해균은 증가하는데 이는 노화와 관련이 깊은 것으로 여겨지고 있다(Fig. 3)(Mitsuoka, 1978).

장내 군총은 인간과 동물을 병원성 미생물의 감염으로부터 보호할 수 있으나, 정상적 군총이 교란될 경우 병원성 미생물 감염이 증가될 수 있다. 많은 연구 결과 정상적인 장내 군총은 병원성 미생물의 감염에 대한 아주 효과적인 방어막으로 작용한다고 알려져 있다. 항생제나 약물치료 또는 수술과 같은 요인에 의해서 장관내 군총의 불균형이 발생하여 장질환이 발

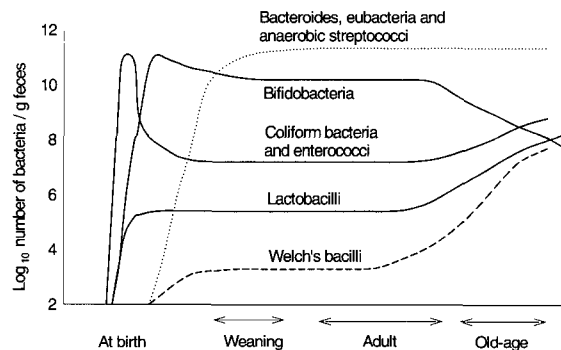


Fig. 3. Changes in Intestinal Flora with Age (Mitsuoka, 1982).

생하였을 때 이를 예방하거나 치료하기 위하여 발효유나 유산균이 이용되고 있다. 발효유에 함유된 유산균은 장내 균총을 구성하고 있는 박테리아로서 숙주에 대하여 유해한 대사산물을 생성하지 않으며, 유기산이나 항균물질 등의 생성으로 유해세균의 증식을 억제하여 장내균총을 유리하게 개선하는 것은 물론 소화기계통의 각종 질병의 예방에도 기여하는 것으로 알려지고 있다.

### 3) 설사(下痢)와 변비(便秘)의 改善

유산균에 의하여 생성되는 젖산은 장내의 산도를 증가시켜 소장에서의 연동운동을 원활하게 하여 소화흡수를 촉진하며, 대장에서는 연동운동을 조절하여 변비, 설사를 예방하는 것으로 알려지고 있다.

건강한 사람의 분변의 수분함량은 70~80% 정도인데, 수분함량이 70% 이하로 떨어지면 변비현상이 오고 반대로 80% 이상으로 높아지면 설사증상이 나타난다. 설사한 사람의 분변을 보면 특히 bifidobacteria와 bacteroides 등의 혐기성균은 감소하고 대장균, 장구균 등의 유해균이 증가하는 경향을 보인다. 이러한 사실로부터 유산균이 설사 예방에 효과 있음을 간접적으로 알 수 있는데, 최근에는 항생제성 설사, 여행자 설사병(travellers' diarrhea), 그리고 rotavirus에 의한 설사와 같은 질병의 예방과 치료 차원에서 발효유의 이용이 효과적인 것으로 보고되고 있다. 항생제 치료를 받고 있는 환자의 약 20%가 항생제 부작용으로 인한 설사 증상을 일으키는데, 이러한 항생제성 설사에 대한 정확한 원인은 밝혀져 있지 않지만 항생제 치료로 인하여 장내 균총에서 균수나 균종의 변화에 의해 발생할 것으로 생각되고 있다. Ampicillin을 투여 받고 있는 79명의 환자를 대상으로 *L. acidophilus*와 *L. bulgaricus*로 구성된 상업용 유산균 제제를 36명의 환자에게 투여하고 43명의 환자에게는 위약(placebo)을 투여한 결과, 유산균 제제를 투여한 환자에서는 설사 증상이 나타나지 않았지만 위약을 투여한 환자에서는 14%가 설사 증상을 나타냈다고 하였다(Gotz 등, 1979). 또한 대표적인 장내 병원성 미생물 중의 하나로 항생제 투여로 인하여 장내 균총의 균형이 깨지고 난 후 곧바로 장에 증식하는 미생물인 *C. difficile*은 설사와 장염을 유발하는 외분비 독소를 분비하는데, 이러한 독성이 있는 *C. difficile*은 항생제성 설사 원인의 약 20~40%를 차지한다. 또한 이 병원성 미생물은

성인 입원 환자의 15~25%를 감염시키는 병원감염설사의 주요 원인이 되고 있는데, 발효유의 섭취가 이러한 *C. difficile* 원인성 장 질환을 치료하는 데 효과적인 것으로 알려져 있다(Gorbach 등, 1987). 이밖에도 유산균은 장독성 대장균에 의한 여행자 설사병과 rotavirus 감염의 치료와 예방에 매우 효과적인 것으로 보고되고 있다.

변비의 개선기전에 관해서는 명쾌하게 밝혀져 있지 않으나, 발효유(유산균)의 투여에 의한 장내 균총의 개선과, 장관 내에서 생성되는 각종 유기산이 인체의 장내 연동운동을 조절하여 정상적인 배변을 도와 대장 관련 질병을 예방하고 변비예방을 나타내는 것으로 보여진다(Mitsuoka, 1978).

### 4) 有害微生物 抑制 作用

식품과 물에 의해서 전염되는 식품질환성 병원균인 *E. coli* O157:H7과 *Salmonella*는 전 세계적으로 만연하는 대표적인 식중독 미생물로, 출혈성 장염, 혈소판 감소성 자반증, 또는 패혈증을 유발하여 생명에 지장을 주기도 한다. 이러한 식중독 원인균에 대한 생물학적 억제방법으로서 발효유(유산균)를 이용한 연구들이 최근에 많이 보고되고 있다. 유산균은 병원성 미생물이나 다른 유해 미생물에 대해 억제효과가 있으며, 유산균이 우유에서 생장 중에 생산하는 유기산(주로 젖산과 초산), 과산화수소 및 bacteriocin 등이 억제효과를 가지는 것으로 알려져 있다. 이 중에서 유기산에 의한 억제기전이 널리 인정받고 있으며, 해리되지 않은 형태의 유기산만이 억제효과를 갖는 것으로 보고되고 있다. 그리고 유산균이 생성하는 생물학적 활성을 가진 bacteriocin 중에서 *Lc. lactis*가 생산하는 nisin이 가장 많이 연구되어 왔으며, 식품의 보존제로 상품화되어 혐기성 포장형성균에 의한 치즈의 부패를 막는데 사용되고 있다. 최근의 연구(Ahn 등, 1997)에 따르면  $10^6$  cfu/ml 수준의 *L. acidophilus*, *L. casei*, *B. longum*을  $10^4 \sim 10^5$  cfu/ml 수준의 *E. coli* O157:H7 KSC 109 및 *S. typhimorium* ATCC 14028과 혼합 배양한 결과, 유산균과 bifidobacteria가 이들 식중독 미생물의 생장을 억제하는 현상을 관찰할 수 있었으며, 이 유산균과 bifidobacteria로 발효시킨 시판 발효유에 의해서도 이 병원성 미생물들이 억제되었다고 하였다. 그리고 Shin 등(1997)은 *E. coli* O157:H7 KSC 109 또는 *S. typhimorium* ATCC 14028을 감염시킨 토끼에게 이 유



산균을 투여한 결과, 유산균이 식중독균의 생장을 억제하였고, 유산균을 장기간 투여한 경우 식중독균이 사멸되는 것을 확인하였다. 이밖에도 유산균은 많은 병원성 미생물(*Styphlococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *C. difficile*, *Helicobacter pylori*, *Shigella sonnei*)의 생장을 억제하는 것으로 알려져 있다.

### 5) 콜레스테롤 低下作用

Cholesterol은 음식을 통하여 외부로부터 섭취하거나 뇌를 제외한 대부분의 체내 조직에서 합성된다. 간이 주된 합성 장소로서 성인의 경우 1일 1,000~2,000mg 정도의 cholesterol이 합성된다. Cholesterol은 인체에 없어서는 안 되는 중요한 것으로서, 조직의 세포막뿐 아니라 지질 흡수에 중요한 역할을 하는 담즙의 구성성분인 담즙산을 합성하는데 필요하며, 각종 호르몬, 비타민 D의 전구물질이기도 하다. 그러나 혈중 cholesterol이나 중성지방이 증가되면 동맥경화, 심근경색, 뇌혈전 등을 일으킨다.

발효유의 음용이 사람의 혈중 cholesterol의 저하효과를 가져올 수 있다는 연구결과가 많이 보고되고 있다. 발효유가 혈청콜레스테롤 함량을 감소시킨다는 것을 최초로 보고한 사람은 Mann과 Spoerry(1974)였는데, 이들에 의하면 아프리카의 Samburu족과 Masai족이 우유와 육류를 많이 먹음으로써 포화지방과 cholesterol을 많이 섭취하지만, 혈중 cholesterol 함량이 높지 않고 관상동맥 경색성 심장질환의 발병률이 낮은 것을 발견하고 이에 대해 연구한 결과, 다량의 우유 또는 발효유를 섭취하기 때문이고, 발효유에는 사람의 몸에서 cholesterol 합성을 억제하는 인자가 있는 것으로 생각하였다. Hepner 등(1979)도 사람에게 요구르트를 음용시킨 결과, 혈중 cholesterol의 함량이 감소하였다고 보고하였다. 최근에 Lee(1997)는 130명의 한국인을 대상으로 혈중 cholesterol치가 정상인 군과 기준 이상인 군으로 구분하여 발효유를 40일간 하루 300ml씩 급여한 결과, 두군 모두에서 혈중 cholesterol 및 LDL cholesterol, 그리고 LDL/HDL비가 유의적으로 감소했으며, HDL cholesterol은 유의적으로 증가했다고 보고하면서, 발효유의 음용에 따라 혈중 각종 지단백질이 건강에 이로운 방향으로 변화했음을 확인할 수 있었다고 하였다. 이렇듯 많은 연구자들은 사람과 실험동물에 매일 일정량(100~200g)의 발효유를 섭취하게 함으로써 혈중 cholesterol 함량을 10~20% 감소

시킬 수 있었다고 보고하였다.

### 6) 免疫增進 作用

외래 항원에 대한 포유동물의 첫 번째 방어선은 침입한 미생물을 식균작용을 담당하는 다형성 다핵 백혈구(polymorphonuclear leukocyte)와 대식세포(macrophage)로 공격하는 것이고 정상적인 조건에서 대식세포는 외래 미생물이나 입자를 사멸시켜 소화시키며, 이러한 비특이적인 방어기작의 효율성을 증가시키기 위하여 숙주는 여러 가지 방법을 통하여 대식세포를 활성화시킬 수 있는 것으로 알려져 있다(Campbell, 1976).

유산균이 함유된 발효유를 섭취하였을 때 인체의 면역기능이 강화된다는 많은 연구결과들이 보고되고 있다. 유산균은 항바이러스형 단백질인 interferon- $\alpha$ 와 interferon- $\gamma$ 의 생성을 유도하며(de Simone 등, 1987), 일부 젖산균은 쥐에 경구 투여했을 때 대식세포에서 생성되는 제암 효과를 갖는 종양괴사인자(Tumor Necrosis Factor, TNF- $\alpha$ )의 생성을 유도하는 능력을 가지고 있을 뿐만 아니라 다른 대식세포와 감염의 초기 단계에 탐식작용을 통해 병원성 미생물에 대한 생체내 방어에 중요한 역할을 하는 세포인 호중구의 기능을 증가시킨다. 이밖에도 건강한 성인에게 *B. bifidum*과 *L. acidophilus*를 섭취시켰을 때, 입과 세포의 비율은 변화가 없었지만, 혈중 백혈구의 활성이 증가된다는 연구결과가 보고되고 있으며, *L. acidophilus*로 제조된 발효유를 섭취하였을 때 혈청 IgA의 수준이 상승되는 것으로 알려져 있다. 한편, 이들 균주들은 신생아나 면역 기능이 감소되는 소아의 면역 기능 증진을 위하여 첨가제로 이용할 수 있을 것으로 기대되고 있다.

### 7) 抗癌 作用

발효유가 사람의 암 발생에 대한 위험을 감소시킨다는 증거는 여러 연구자들의 역학조사에서 밝혀지고 있는데, 연구 결과 여러 나라에서 고기, 동물성 지방 등과 대장암의 상관관계가 확인되고 있으며, 발효유 제품을 많이 섭취하는 민족에게 대장암과 유방암의 발생률이 적다는 사실 역시 역학조사에서 밝혀졌다(Young과 Wolf, 1988; Peters 등, 1992). 국제암연구위원회는 핀란드의 쿠피오 사람들의 대장암 발생률이

식생활 습관이 유사한 덴마크의 코펜하겐 사람들에 비하여 ¼에 불과한 것은 2배 가까운 섬유질(30g/일) 섭취와 분변의 유산균 수가 100배 높은 사실과 관련이 있는 것으로 보고하였다. Van't Veer 등(1989)은 고지방, 고단백 음식을 먹고 있는 네덜란드 여성들이 유산균 발효유 제품을 하루에 225g(1컵 반)이상 음용하였을 때 유방암 발생이 현저하게 억제된 사실을 발견하였다.

대장에서는 암을 일으키는 발암효소들이 끊임없이 생산되고 있다. 지금까지 알려진 발암효소들은 azoreductase,  $\beta$ -glucuronidase, nitroreductase로서 주로 장내 부패균들에 의해 생산되고 있다. 이들 3가지 효소들은 결장암 발생에 중요한 역할을 하는 것으로 밝혀졌으며, 암 발생과 관련이 있는 음식을 탐색하는 지표로 많이 이용되고 있다(Goldin과 Gorbach, 1977; Perdigon 등, 1986). Goldin과 Gorbach(1984)는 하루에 100억 마리 이상의 *L. acidophilus* 생균을 1개월 동안 성인들에게 먹었을 때 분변내 발암효소인  $\beta$ -glucuronidase와 nitroreductase의 활성이 먹기 전에 비해 ½로 감소하였으며 유산균 섭취를 중단하면 1개월 후에는 섭취 전 상태로 증가한다고 하였다. 또한 Ayebo 등(1980)은 Sweet acidophilus milk를 마셨던 사람들의 분변에서  $\beta$ -glucuronidase의 활성이 크게 감소하였으며, 유산균 수는 증가한 반면 대장균 수는 현저하게 감소한 사실을 확인한 바 있다. 이와 같은 현상은 발효유 제품을 많이 먹으면 분변 중에 유산균 수가 발효유 제품을 먹지 않는 사람들에 비해 현저히 높게 나타나는 것과 관련이 있는 것으로 해석될 수 있다.

### 參考文獻

- Ahn, Y. T., Shin, P. G. and Kim, H. U. : Growth inhibition of *E. coli* O157:H7 and *Salmonella typhimurium* by lactic acid bacteria and bifidobacteria. *J. Food Hyg. Safety*, **12**:181~187 (1997)
- Ayebo, A. D., Angelo, I. A. and Shahani, K. M. : Effect of ingesting *Lactobacillus acidophilus* milk upon fecal flora and enzyme activity in humans. *Milchwissenschaft*, **35**:730~733 (1980)
- Campbell, P. A. : Innunocompetent cells in resistance to bacterial infections. *Bacteriol. Rev.*, **40**:284~313 (1976)
- De Simone, C., Ferrazzi, M., Di Seri, M., Mongio, F., Baldinelli, L. and Di Fabio, S. : The immunoregulation of the intestinal flora bifidobacteria and lactobacilli modulate the production of  $\gamma$ -IFN induced by pathogenic bacteria. *Int. J. Immunother.*, **111**:151~158 (1987)
- Goldin, B. R., and Gorbach, S. L. : Alteration in faecal microflora enzymes related to diet, age, *Lactobacillus* supplements and DMH. *Cancer*, **40**:2421~2426 (1977)
- Goldin, B. R., and Gorbach, S. L. : The effect of milk and lactobacillus feeding on human intestinal bacterial enzyme activity. *Am. J. Clin. Nutr.*, **39**:756~761 (1984)
- Gorbach, S. L., Chang, T. W. and Goldin, B. : Successful treatment of relapsing *Clostridium difficile colitis* with *Lactobacillus* GG. *Lancet*, **2**:1519 (1987)
- Gotz, V., Romankiewicz, J. A., Moss, J. and Murray, H. W. : Prophylaxis against ampicillin-associated diarrhea with a *Lactobacillus* preparation. *Am. J. Hosp. Pharm.*, **36**:754~757 (1979)
- Hepner, G., Jeor, R., St. Fusetti, L. and Morin, R. : Hypocholesterolemic effect of yogurt and milk. *Am. J. Clin. Nutr.*, **32**:19~24 (1979)
- Lee, Y. W. : Effect of fermented milk on the blood cholesterol level of Korean. *J. Food Hyg. Safety*, **12**:83~95 (1997)
- Mann, G. V., and Spoerry, A. : Studies of a surfactant and cholesterolemia in the Masai. *Am. J. Clin. Nutr.*, **27**:464~469 (1974)
- Metchnikoff, E. : The prolongation of life, Arno Press, New York (1908)
- Mitsuoka, T. : Intestinal Bacteria and Health. An Introductory Narrative. Iwanami Shoten Publisher. Tokyo, Japan. (1978)
- Nakazawa, Y. and Hosono, A. : Functions of Fermented Milk. Challenges for the Health Sciences. Elsevier Appl. Sci. London. (1988)
- Perdigon, G., de Macias, M. E. N., Alvarez, S., Olivier, G. and de Ruiz Holgado, A. A. P. : Effect of perorally administered lactobacilli on macrophage

- activation in mice. *Infect. Immun.*, **3**:404~410 (1986)
16. Peters, R. K., Pike, M. C., Garabrant, D. and Mack, T. M. : Diet and colon cancer in Los Angeles County, California. *Cancer Causes Control*, **3**: 457~473 (1992)
17. Shin, K. S., Kim, Y. T., Son, W. G., Seok, J. H. and Kim, S. H. : Growth inhibition effect of *E. coli* O157:H7 and *Salmonella typhimurium* by lactic fermented milk products administrated orally in rabbit. *J. Food Hyg. Safety*, **12**:188~194 (1997)
18. Sneath, P. H., Mair, N. S., Sharpe, M. E. and Holts, J. G. : *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Vol. 2. 9th ed. Williams and Wilkins Publishers, Baltimore. MD. (1986)
19. Vant' Veer P., Dekker, J. M., Lamers, J. W. J., Kok, F. J., Schouten, E. G., Brants, H. A. I., Sturmans, F. and Hermus, R. J. J. : Consumption of fermented milk products and breast cancer: a case-control study in the Netherlands. *Cancer Res.*, **9**:4020~4023 (1989)
20. Young, T. B. and Wolf, D. A. : Case-control study of proximal and distal colon cancer and diet in Wisconsin. *Int. J. Cancer*, **42**:167~175 (1988)
21. 식품공전. 한국식품공업협회 (2001)