

# 유산균 발효유의 이용과 건강증진

백 영 진  
한국야쿠르트 중앙연구소

## I. 서 론

인류의 최대 소망은 동서고금을 막론하고 아마도 건강하게 오래 사는 것일 것이다. 건강이란 단순히 병이 없는 소극적인 상태가 아니라, 육체적으로나 정신적으로 모든 기능을 활발하게 발휘할 수 있는 적극적인 상태를 말하는 것이다. 그러한 의미에서 건강을 증진시키는 것은 더욱 중요한 의미를 갖는다.

현대 과학이 발달하기 오래 전부터 인류는 유산균이 가지고 있는 독특한 성질들을 의식적, 혹은 무의식적으로 사용하여 왔다. 유산균은 인간이 이용할 수 있는 가장 유익한 미생물의 한 종류로서 오랜 역사를 두고 발효유제품을 중심으로 하여 각종 발효식품, 장류, 김치, 발효소세지, 의약품 및 가축의 사료 첨가제 등에 이르기까지 인류생활에 광범위하게 활용되어 오고 있다. 또한 유산균은 사람이나 포유동물의 소화관, 구강, 질, 각종 발효식품과 토양 등 자연계에 널리 분포되어 있으며, 이들 유산균은 인류의 생활에 직접 간접적으로 밀접한 관계를 맺고 있는 유익한 공생체의 하나임을 알 수 있다(Rose, 1981). 이와 같이 이들 유산균의 이용은, 첫째, 유산발효에 의한 식품보존성의 향상, 둘째, 유산을 비롯한 대사산물에 의한 풍미 증진, 셋째, 길항물질 등의 생성으로 인체 유해미생물의 억제에 의한 건강 증진, 넷째, 비타민과 같은 인체 유용물질의 합성에 의한 영양 및 건강 증진효과를 목적으로 광범위하게 이용하여 오고 있다. 오늘날, 식품의 공업화 및 과학화에 따른 다양한 유산균 발효 제품에 있어서 유산균의 이용과 이의 건강증진효과에 대하여 알아보자.

## II. 유산균의 발견과 발효유의 이용

### 1. 유산균의 발견

유산균이라 함은 포도당 또는 유당(乳糖)과 같은 탄수화물을 분해 이용하여 젖산, 초산 이외에 소량의 에틸 알콜, 탄산가스 등을 생산하는 그람양성균이다. 단백질을 분해하지만 부패시키는 능력이 없으며, 인체에 해로운 물질들을 생성하지 않고 유익한 작용을 하는 세균을 말한다.

유산균의 발견 역사를 간단히 살펴보면 다음과 같다.

- 1858년 루이스 파스퇴르(Louis Pasteur), 최초로 유산균 발견
- 1899년 티시에(Tissier), 비피더스균(*Bifidobacterium*) 발견
- 1900년 모로(Moro), 애시도필러스균(*L. acidophilus*) 발견

- 1904년 메치니코프(Metchinikoff), 불가리쿠스균(*L. bulgaricus*) 발견, '생명의 연장' 논문 발표, 대식세포질 입증으로 노벨상 수상(1908년)
- 1916년 올라-엔센(Orla-Jensen), 카제이균(*L. casei*) 발견
- 1929년 시로다(Shirota), 장내 생존 카제이균(*L. casei shirota*) 분리 성공

형태에 따른 유산균의 분류는 다음의 6종류로 대별된다(Sneath 등, 1986).

- 락토바실러스(*Lactobacillus*) 屬
- 락토코커스(*Lactococcus*) 屬
- 스트렙토코커스(*Streptococcus*) 屬
- 류코노스톡(*Leuconostoc*) 屬
- 페디오코커스(*Pediococcus*) 屬
- 비피도박테리움(*Bifidobacterium*) 屬

이러한 분류 이외에 유산균은 산소가 있으면 성장할 수 없는 혐기성(嫌氣性) 유산균과 산소가 있어도 성장할 수 있는 통성 혐기성(嫌氣性) 유산균 등으로 분류하기도 하며, 발효 중에 생산하는 대사산물의 종류에 따라 분류(Sneath 등, 1986)되기도 한다. 지금까지 밝혀진 유산균은 300~400여 종류로 알려져 있으며, 그 중 20여 종류가 주로 발효유 제조 및 발효산업에 이용되고 있다

## 2. 발효유에서의 유산균 이용

### 1) 발효유의 기원

유산균 발효유(fermented milk)는 일반적으로 우유, 산양유, 마유 등과 같은 포유동물유의 젖을 원료로 하여 유산균이나 효모 또는 이 두 가지 미생물을 스타터로 하여 발효시킨 제품을 말하며, 여기에 향료, 과즙 등을 첨가하여 음용하기에 적합하게 만든 것을 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 인정되었다. 요구르트의 기원에 대한 대표적인 유래는 사막의 유목민들이 신선한 우유를 가죽부대로 만든 용기에 넣어 사막을 횡단하면서 우유가 사막의 더운 기후에서 세균에 의해 자연 발효되어 응유(curd)가 형성되었는데 이것이 자연적인 발효유의 탄생이었으며, 생유에 오염되어 발효유를 만들어준 세균은 유산균이었을 것이라고 추정된다.

중앙아시아의 유목민인 아리아인은 말젖으로 만든 쿠미스(kumiss)라는 알콜성의 발효유를 상식하였고, 메소포타미아 지역의 아무르인은 가축의 젖으로 만든 발효유를 식생활이나 의료에 응용했다고 전해지고 있다. 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.

## 2) 한국인의 유산균 이용

중국에서는 은나라때 우유를 가리키는 갑골문자(甲骨文)가 나타나는 것으로 보아 이미 우유를 음용하고 있음이 드러나고 있다. 그러나 중국에서는 주로 만리장성 북쪽의 유목민족이 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 남아있지 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(그림 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 돋우고 여러 병을 다스리는데 좋다고 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 소비가 급증하자 세종 2년(1420)에 유우소(乳牛所)라는 관청을 폐지하였으며 그 후 약으로만 사용하였다는 기록들이 동의보감, 임원십육지(1620), 향림집성방(1433) 등에서 언급되고 있다.

근대에는 6.25동란 후 한국야쿠르트에서 국내 최초의 액상발효유를 생산하기 시작하여 우리나라의 유산균 발효유 산업의 장이 열리게 되었다. 이후 삼양유업에서 미국 카네이션사와 기술 제휴로 농후발효유를 생산하게 되어 10여개 이상의 업체가 다양한 제품을 생산하기에 이르게 되었다.

## 3) 발효유의 종류

발효유는 원유 또는 유가공품을 유산균, 효모를 발효시킨 것으로 발효유의 형태는 원료, 고형분, 미



그림 1. 조선 후기 조우영(1862~?)의 착유도(좌)와 우리나라 최초의 우유광고(1910. 1. 13 大韓民報)(우)

생물, 지역 등에 따라서 대단히 많으나 발효의 근본이 되는 최종발효산물(最終醱酵産物)의 종류에 따라 분류하면 크게 2가지로 분류하기도 한다.

첫째, 순수하게 유산균에 의해 발효되어 만들어진 유산발효(Lactic acid-fermented milk)

둘째, 유산균과 효모(yeast)에 의해 일부 알콜 발효를 일으켜 만들어지는 유산-알콜 발효유 (Lactic acid-alcohol fermented milk)등으로 구분하기도 한다.

이들 중 유산-알콜 발효유는 중유럽지역에서 아직도 고전적인 형태로 소비되고 있으나, 유산균 발효유는 전세계적으로 소비가 증가되면서 액상발효유, 일반요구르트, 과일요구르트(fruit yogurt), 냉동 과일 요구르트(frozen flavored yogurt), 마실 수 있는 드링크 요구르트, 저지방 요구르트(low fat yogurt), 살균 요구르트 등 제품이 다양하게 생산 판매되고 있다.

우리 나라의 발효유 종류는 액상발효유, 농후발효유로 대별되는데, 이는 무지방고형분(solid-not-fat) 함량에 따라서 3.0% 이상인 액상발효유와 8.0% 이상인 농후발효유로 구분한다. 또한 농후발효유 중에도 과일을 넣어서 떠먹도록 만든 스타드(stirred)타입 요구르트와 과즙을 넣어서 마실 수 있도록 만든 드링크 타입 요구르트로 구분하기도 한다.

#### 4) 발효유의 소비동향

우리 나라에서 발효유가 처음으로 소개된 것은 1971년도에 한국 야쿠르트유업(주) 회사가 “야쿠르트(Yakult)”란 상표로 65ml 용량의 액상발효유를 생산, 판매하면서부터 시작되었다. 그후 10년이 지난 1981년도에 삼양식품이 서양의 요구르트(yoghurt)와 유사한 호상 요구르트를 국내 처음으로 소개한 바 있다. 그러나 호상 요구르트는 액상발효유에 친숙해진 소비자들에게 쉽게 각광을 받지 못하다가, 88서울 국제올림픽을 한달 앞둔 1988년 7월에 발효유의 선발업체인 한국 야쿠르트회사가 “슈퍼-100”이라

Table 1. Changes of consumption of yogurts in Korea

Year	Annual consumption of yogurt(M/T)			Annual consumption / person / year(kg)		GNP(US \$)
	Liquid type	Stirred type	Total	Yogurt	Milk	
1986	168,068		168,068	4.1	28.2	2,505
1987	191,710	885	192,595	4.6	34.3	3,110
1988	222,735	3,441	226,226	5.4	39.4	4,127
1989	272,202	11,754	283,956	6.7	38.7	4,968
1990	317,848	35,048	352,896	8.2	42.8	5,569
1991	342,849	59,571	402,420	9.3	43.2	6,498
1992	372,309	82,965	455,274	10.5	44.0	6,749
1993	383,503	81,511	465,014	10.6	45.0	7,466
1994	432,491	91,916	524,407	11.6	46.8	8,483
1995	469,764	116,677	584,441	13.0	47.8	10,076
1996	417,442	130,412	547,854	12.0	54.5	10,780
1997	465,502	189,624	654,726	14.2	58.7	9,511

는 호상 요구르트를 생산, 판매하면서 호상 요구르트 시장에 봄이 일어나기 시작하였다.

드링크요구르트의 등장은 유고형분이 호상 요구르트와 유사하고 떠먹는 불편함이 없이 간편하게 마실 수 있도록 고안된 농후발효유가 1990년도에 선을 보이기 시작하였다. 따라서 최근 한국의 발효유의 시장은 액상발효유는 65ml용량으로 100원대 제품과, 떠먹는 호상 요구르트 110g에 400원대와, 마시는 드링크 요구르트 150ml용량 700원대 제품으로 크게 3가지로 대별되는 발효유 시장이 형성되었다(백, 1997).

우리 나라의 국민 1인당 연간 발효유의 총 소비량을 조사하여 보면, 호상 요구르트가 본격적으로 발매되기 시작한 1988년도부터 급격히 증가되었음을 알 수 있다(Table 1). 1997년도의 우리 나라의 국민 1인당 발효유 소비량은 1996년도에 비해 2kg이 증가된 14.2kg를 기록하였으며, 이러한 소비량은 아시아지역에서 가장 높은 소비수준으로 유럽지역의 발효유 소비량에 근접하고 있다. (Fig. 2)(낙농자료 ;1998).

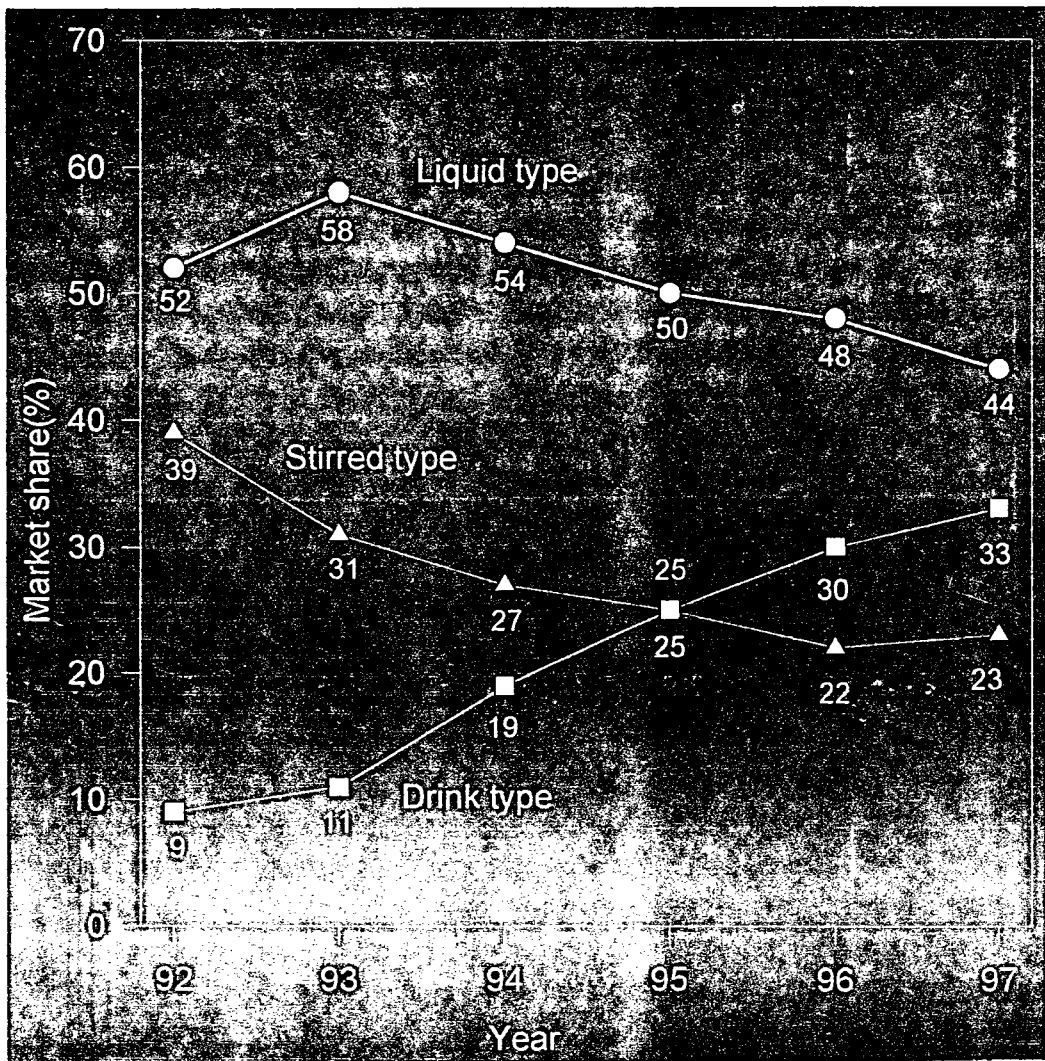


그림 2. Consumption patterns of fermented milk products in Korea.

1996년도 국제낙농연맹(IDF)에서 발표한 세계 주요 국가 1인당 연간 발효유의 소비량을 보면 핀란드, 아이슬란드, 스웨덴, 덴마크, 네덜란드 등의 북서 유럽 국가와 불가리아, 이스라엘 등의 국민들이 여전히 발효유 소비가 20~30kg대의 높은 수준을 유지하고 있다.

### Ⅲ. 유산균 발효유의 飲用效果

발효유의 과학적 효능은 19세기에 들어오면서 파스테르 등에 의한 미생물학의 발달로 서서히 알려지게 되었으며, 러시아 태생의 생물학자 메치니코프(Elie Metchnikoff : 1845~1916)는 불가리아 지방에 장수자가 많고, 더욱이 그곳에서는 요구르트를 많이 먹고 있음에 주목하여, 요구르트 발효유를 섭취함으로써, 그 중에 포함되어 있는 유산균이 장내에 이식되어, 장내 부패균을 제거하고, 그 결과 장내 유해균의 독소로 인한 만성중독인 노화를 방지한다고 생각하여, 이른바 발효유에 의한 불노장수설을 발표하여 유산균 발효유 과학성을 입증하였다. 그 이후 유산균과 유산균 발효유가 인체에 미치는 건강증진 효과에 대하여 과학적인 연구가 여러 분야에서 연구되었으며, 또한 연구가 계속 진행되면서 새로운 사실들이 밝혀지고 있다.

#### 1. 유산균 발효유의 영양효과(營養效果)

유산균 발효유는 우유와 함께 전세계적으로 많은 국가에서 일상적으로 섭취하는 주요한 발효식품중의 한 종류이다. 우유의 영양적 가치는 인체에 필요한 영양소의 종류, 양, 이용효율면에서 볼 때 인류에게 “거의 완전한 식품”으로 알려진 우유를 원료로 이용하기 때문에 우유의 영양적 가치 이외에 유산균에 의한 각종 대사산물의 생성 등 영양학적 가치가 우유보다도 우수하다고 하겠다. 우선 식품의 영양학적인 가치는 단백질, 탄수화물, 지방, 광물질, 미량성분, 비타민과 같은 조성과 영양소의 체내 이용도에 좌우된다. 발효유제품은 우유가 발효 중의 변화로 인하여 영양학적인 면에서 다소 차이를 보이고 있다.

발효유는 우유와 비교할 때 우선 품질보존이 쉬우며 들깨, 소화가 용이하고, 셋째, 건강에 유익하다는 특징이 있다. 특히 발효유는 유산균을 배양시켜 만드는 과정에서 단백질이 분해되어 필수아미노산의 함량이 증가되고, 동양인에게는 소화성이 나쁜 우유의 유당(乳糖)도 유산 및 글루코오스와 갈락토오스로 분해되어 소화 흡수가 용이하며, 유산균이 배양중에 생성한 비타민 B<sub>12</sub>, 엽산, 나이아신, 그리고 생리활성물질(生理活性物質)은 그대로 섭취되어 우리의 건강에 직접·간접적으로 효과를 나타낸다.

1984년 국제낙농연맹(IDF)에 의해 실시한 발효유에 관한 심포지움에서 발표된 발효유제품의 주요 영양학적 성질을 요약 소개하여 보면 다음과 같다.

- ① 단백질의 소화 흡수를 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 발효유제품의 소비를 가능케 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.

등 9개 항목으로 요약 정리할 수 있다.

## 2. 발효유의 건강증진 효과

발효유제품은 영양 생리적으로 우수한 식품으로 간주되고 있으며, 요구르트의 정기적인 이용은 장수 및 건강에 좋다고 알려져 있다. 그 건강증진 효과는 유산균과 유산균 배양 중에 형성된 대사산물이 장내 부패균의 성장 저해 작용을 일으키는데 근거를 두고 있다.

유산균 발효유의 건강증진 효과에 대해서는 메치니코프(Metchinikoff, 1908)의 불노장수설에서 시작하여 많은 연구자에 의하여 장운동(腸運動)조절, 병원성 세균의 억제, 소화·흡수의 촉진, 변비, 설사 등의 효과 이외에 영양생리적인 건강 증진작용 혹은 질병 억제작용에 대한 과학적인 연구에 기초를 두고 있다. 최근에는 혈중(血中)의 콜레스테롤 저하효과와 항암작용에 관해서도 연구결과들이 보고되고 있다. 유산균의 장내 건강증진 효과를 살펴보면 다음과 같다.

첫째로, 살아있는 유산균의 건강증진 효과로는 유산균이 생균으로서 장내에 도달하여 그곳에서 증식할 수 있는 능력을 가진 유산균의 경우는 외래병원균에 대하여 유산균이 영양소를 경쟁적으로 섭취하거나, 장소를 점거하고, 다른 균에 대하여 항균성 물질을 생성하거나, 장내 pH를 저하시킴으로써 증식을 저지하며, 장내의 유해물질을 분해하거나, 그 합성을 저지하고, 숙주의 면역력을 높이는 작용을 생각할 수 있다.

둘째로, 유산균이 위산이나 담즙에서 사멸되었을 때는 죽은 유산균으로부터 유리된 균체 성분이 장으로부터 흡수되어 면역기능을 자극하여 감염이나 암에 대하여 저항력을 높여주고, 간 기능을 촉진하는 것을 생각할 수 있으며, 장내 유해물질의 무독화에 기여한다.

셋째로, 유산균의 작용에 의하여 만들어진 유효물질인 유산, 펩톤(peptone), 펩타이드(peptide) 혹은 미량활성물질의 효과이다. 이들에 의하여 장운동이 자극되어 장내 부패가 억제되고, 칼슘의 흡수가 개선되며, 간 기능의 향진이나 장 분비가 촉진될 수 있다.

유산균에의 항암 효과에 대한 지식이 많이 축적되었지만, 아직도 유산균의 항암 기작을 규명하기엔 턱없이 부족하다. 앞으로 유산균을 암 예방 및 치료용으로 개발하기 위해서는 유산균의 항암 효과에 대한 더 많은 연구가 필요할 것이다.

### 1) 腸內 細菌叢의 改善과 整腸作用

사람의 장내에는 100여 종류 이상의 각종 세균들이 장내균총(腸內菌叢)을 이루어 살고 있다. 분변의 1그램당 대략 1,000억 마리의 세균이 존재하며, 용적으로 보면 분변의  $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}$ 을 차지하는 것으로 추정한다. 사람은 어머니 뱃속에서 무균상태로 지내다가 세상에 태어나면서부터 각종 미생물이 신생아의 장기에 들어가서 자리잡게 된다. 출생후 1~2일이 지나서 인체에 유해한 대장균, 장구균, 클로스트리디움균 등의 부패균 등이 먼저 자리잡게 된다. 그 후에 인체에 유익한 유산간균과 비피더스균이 출현하면서 처음에 왕성한 활동력을 보이던 유해균들은 비피더스균이 우세하여감에 따라서 점차로 감소되어 간다. 생후 약 1주일 이후에는 안정된 유아의 균총이 형성되는데 비피더스균이 장내 균총의 90% 이상을 차지하는 것으로 보고되었다. 약 7세 이후부터는 성인의 장내 균총과 거의 비슷하게 되며 박테로이드(Bacteriodes), 유박테리아(Eubacteria), 혐기성 연쇄상구균 등이 최우 세균총을 형성하게 되고, 비피

더스균, 장구균 등의 순으로 존재한다. 주목할 만한 것은 노년기에 가면서 비피더스균은 더욱 감소하고 장내의 유해균은 증가하는데 이는 노화와 관련이 깊은 것으로 여겨지고 있다(Fig. 3)(光岡知足, 1985; 馬田三夫; 1988).

장내 균총을 구성하고 있는 박테리아 중에서 비피더스균을 포함한 유산균은 숙주에 대하여 유해한 대사산물을 생성하지 않으며, 유해세균의 증식을 억제하여 장내 균총을 유리하게 개선하는 것은 물론 소화기계통의 각종 질병의 예방에도 기여하는 것으로 알려지고 있다. 특히 유산균이 장내에서 길항물질과 유산, 초산 등과 같은 유기산 등을 생성하여 인체에 해로운 부패균, 병원성 세균 등의 성장을 억제하는 역할을 하며, 이들이 생성한 독소를 무독화 시키는 것으로 알려지고 있다(Sandine 등, 1972; Daly 등, 1972; Miralidhara 등, 1975).

## 2) 설사(下痢)와 변비(便秘)의改善

유산균에 의하여 생성되는 유산은 장내의 산도를 증가시켜 소장에서의 장의 연동운동을 원활하게 하여주어 소화 흡수를 촉진하며, 대장에서는 장의 연동운동을 조절하여 변비, 설사를 예방하는 것으로 알려지고 있다. 건강한 사람의 분변의 수분함량은 70~80% 정도다. 만약 수분함량이 70% 이하로 떨어지면 자연 변비현상이 오고 반대로 80% 이상으로 높아지면 설사증을 앓게 된다. 설사한 사람의 분변을 보면 특히 비피더스균과 박테로이드스 등의 혐기성 균이 감소하고 대장균, 장구균 등의 유해균이 오히려 증가하는 경향을 보인다. 이러한 사실로부터 유산균이 설사증에 효과가 있음을 알 수 있다. 변비의 개선기전에 관해서는 명쾌하게 밝혀져 있지 않으나, 유산균의 투여에 의한 장내 균총의 개선과, 장관내에서 생성되는 각종 유기산이 인체의 장내 연동운동을 조절하여 정상적인 배변을 도와 대장관련 질병을 예방하고 변비 예방을 나타내는 것으로 보여진다(本道間 등, 1979; 光岡知足, 1980; Hoffmann 등, 1966).

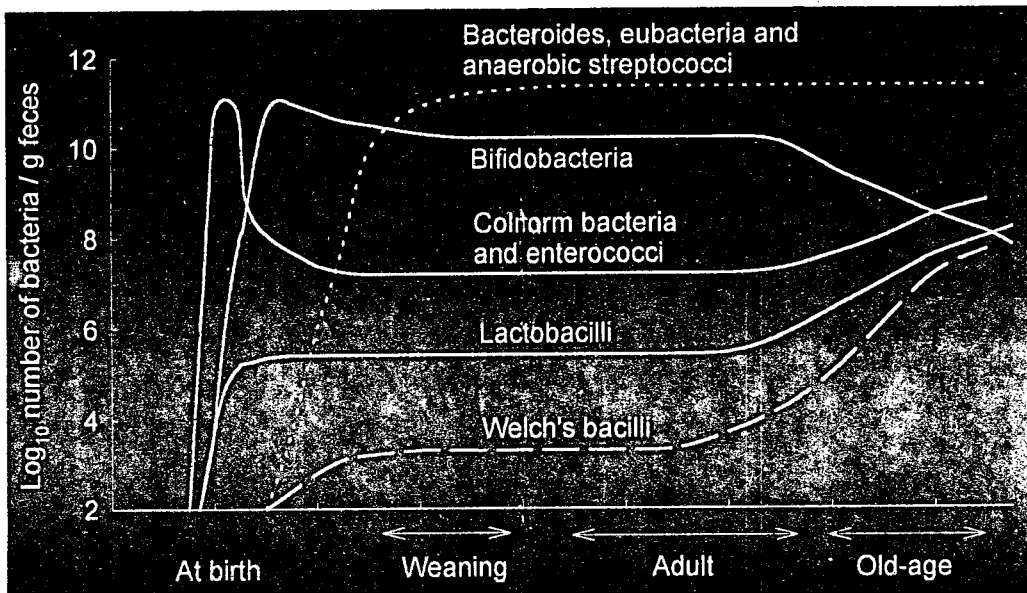


Fig. 3. Changes in intestinal flora with age.



### 3) 血中 콜레스테롤(cholesterol) 低下效果

Cholesterol은 음식물을 통하여 외부로부터 섭취하거나 뇌를 제외한 대부분의 조직에서 합성된다. 간이 주된 합성 장소로서 성인의 경우 1일 1,000~2,000mg 정도의 cholesterol이 합성된다. 이것은 인체에 없어서는 안되는 중요한 것으로서 조직의 세포막뿐 아니라 간에서 분해되어 담즙산의 전구물질이 되며 각종 호르몬, 비타민 D의 전구물질이기도 하다. 그러나 혈중 cholesterol이나 중성지방이 증가되면 동맥경화, 심근경색, 뇌혈전 등을 일으킨다.

발효유의 음용이 혈중 cholesterol의 저하효과를 가져올 수 있다는 연구결과가 많이 보고되고 있다. 발효유가 혈청콜레스테롤 함량을 감소시킨다는 것을 최초로 보고한 사람은 Mann과 Sperry(1974)였는데, 이들에 의하면 아프리카 Masai족에게 대량의 발효유를 먹임으로서 혈청콜레스테롤 함량을 낮추었으며 Tween의 高콜레스테롤 작용을 감소시켰다고 하였다. Hepner 등(1979)은 사람에게 요구르트를 음용시킨 결과 혈중 cholesterol의 함량이 감소하였다고 보고하였다.

光岡知足(1990)은 *B. longum*을  $10^{10}$ cfu/g 첨가한 0.25% cholesterol 함유 사료를 토끼에게 매일 먹인 결과, 혈중 cholesterol 함량의 증가가 억제됨을 확인하였다.

Gilliland 등(1977, 1980, 1985, 1986, 1987)은 bile에 대한 저항성과 cholesterol 소화 능력이 큰 균주가 혈중 cholesterol 수준을 저하시키는 능력이 높다고 하였다. 많은 연구자들은 사람과 실험동물에 매일 상당량(100~200g)의 발효유를 섭취하게 함으로써 혈중 cholesterol 함량을 10~20% 감소시킬 수 있었다고 보고하였다.

그리고 Lee(1997)는 130명의 한국인을 대상으로 혈중 cholesterol치가 정상인 군과 기준 이상인 군으로 구분하여 유산균 발효유를 40일간 하루 300ml씩 공급한 결과, 두 군 모두에서 혈중 cholesterol 및 LDL cholesterol, 그리고 LDL/HDL비가 유의적으로 감소했으며, HDL cholesterol은 유의적으로 증가했다고 보고하면서, 유산균 발효유의 음용에 따라 혈중 각종 지단백질이 건강에 이로운 방향으로 변화했음을 확인할 수 있었다고 하였다. Cholesterol 저하능력을 갖는 유산균은 bile salt hydrolase를 분비함으로써 소장으로 분비되는 담즙산을 deconjugation시켜서 glycine이나 tarurine이 분리된 유리 bile acids로 전환시키는 것으로 확인되고 있으며, 유리된 bile acids가 conjugated bile acids보다 재흡수력이 떨어지므로 재흡수되는 cholesterol량이 적어지고 따라서 간의 cholesterol 수요를 증가시키므로써 혈중 cholesterol 함량을 저하시키는 것으로 생각하고 있다.

발효유에 사용되는 유산균주 중 *B. longum* HY8001은 54.29%로 cholesterol 저하효능이 높은 균주임을 알 수 있었으며, *S. thermophilus*를 제외한 다른 유산균들도 40% 이상의 저하효능을 보이므로 일반적으로 cholesterol 저하효능이 좋은 균주들이 사용되고 있음을 알 수 있었다 (Fig. 4).

지금까지의 사람에 대한 역학조사, 임상조사의 연구 결과를 종합하여 볼 때, 일반적으로 발효유의 혈청 콜레스테롤의 저하효과는 널리 인정되고 있다.

### 4) 유산균의 세균성 식중독 억제 효과

식품 질환성 병원균으로 식품과 물에 의해서 가장 쉽게 전염되는 *E. coli* O-157:H7과 *Salmonella* 균이 가장 대표적인 병원성 균이다. 이 균들은 출혈성 장염, 혈소판 감소성 자반증, 또는 패혈증을 유발하여 생명에 지장을 주기도 한다. 이러한 식품질환성 식중독 원인균에 대한 생물학적 억제방법으로서 유

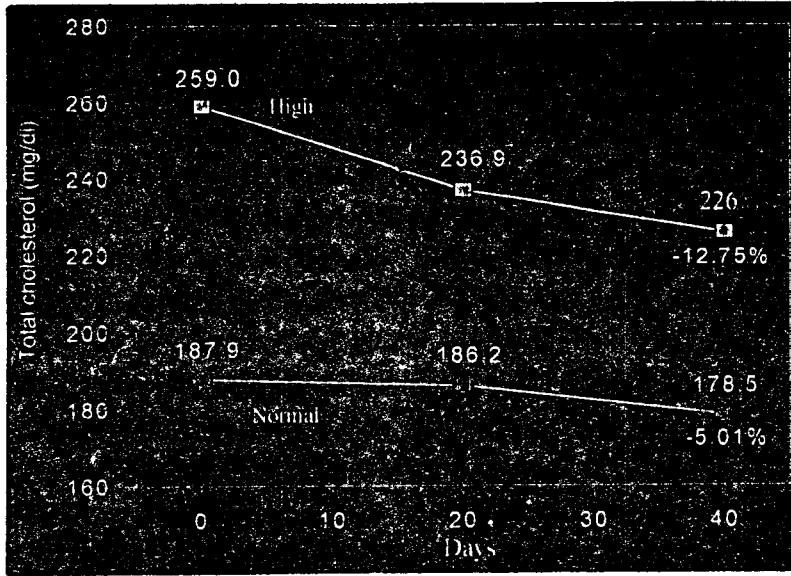


Fig. 4. The effect of the fermented milk intake in the different blood cholesterol level group.

\* Normal : normal cholesterol group, High : high cholesterol group.

산균을 이용한 연구들이 최근에 많이 보고되고 있다. 유산균을 이용한 방법에서 가장 많이 대두되는 항균물질로는 유산, 초산 및 bacteriocin이 가장 많이 연구되어 왔다. 그 중 산 생성에 의한 기정이 가장 널리 인정받는 것으로 해리되지 않은 유기산만이 미생물 억제에 관여하는 것으로 알려져 있다. 최근의 보고(안영태 등, 1997)에 따르면  $10^6$  cfu/ml 수준의 *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium longum*을  $10^4 \sim 10^5$  cfu/ml 수준의 *Escherichia coli* O157:H7 KSC 109 및 *Salmonella typhimorium* ATCC 14028과 혼합배양하면서 시험한 결과 유산균과 비피더스균이 이들 식중독 미생물의 성장을 억제하는 현상을 관찰할 수 있었다. 유산균과 *E. coli* O157를 혼합 배양한 결과 *E. coli* O157:H7의 성장이 억제됨과 동시에 Levine EMB agar(Difco)평판에서 *E. coli* O157:H7는 미세균락을 형성하였다. *L. acidophilus*와 혼합 배양한 각 식중독 미생물들은 배양 후 *L. acidophilus*의 대수성장 말기에 도달하는 5시간(pH 5.3)까지 성장하다가 식중독 미생물의 생균수가 급격히 감소하면서 35시간 배양시에는  $10^1$ cfu/ml 수준으로 감소하였다. 그리고 *L. casei*이 대수성장 말기에 도달하는 10시간(pH 4.6)까지 성장하다가 급격히 식중독 미생물의 생균수가 감소하였다. *L. acidophilus*와 *L. casei*의 식중독 미생물 성장억제 효과에 있어서 정체가까지는 *L. casei*보다 *L. acidophilus*가 강하며 이는 *L. acidophilus*의 빠른 성장속도에 기인하는 것으로 판단된다. 비피더스균도 유산균과 유사한 식중독 미생물 성장억제 현상을 나타냈지만 시험관 실험에서는 유산균보다는 식중독 미생물 성장억제 효과가 약한 것으로 나타났다. *Bifidobacterium*과 식중독 미생물을 혼합 배양한 결과 *E. coli* O157:H7는 비피더스균의 정체가부터 점진적으로 성장이 억제되어 48시간 이후부터 Levine EMB 배지에서 미세균락을 형성하였으며, *Salmonella*는  $10^6$  cfu/ml 수준까지 성장한 후 *Bifidobacterium* 대수성장말기부터 성장이 급격하게 억제되기 시작했다. 한편, *Bifidobacterium*과 식중독 미생물을 혼합배양한 시험에서 *E. coli*

O157:H7와 *Salmonella*는 10시간 배양 후에 *Bifidobacterium*과 거의 동일한 수준으로 성장하였으며 *Bifidobacterium*의 최대 성장(배양 후 10시간) 후부터 식중독 미생물의 생장이 감소하는 것을 관찰할 수 있었다. 이에 기존 유제품에 사용되고 있는 유산균들이 시험관내의 결과에서는 유해성 식중독 원인균의 성장을 억제하는 것으로 나타났다. 이에 대한 *in vivo* 실험결과로서 신 등(1997)은 토끼에서 유산균과 유해성 식중독 원인균을 병용 투여하여 유산균이 식중독균의 성장을 억제하였고, 유산균을 장기간 투여한 경우 식중독균이 사멸되는 것을 확인하였다(Fig. 5).

### 5) 乳酸菌 醱酵乳의 抗癌效果

동물실험뿐만 아니라 사람에게 있어서도 유산균과 발효유의 항암 작용에 대한 연구결과들이 계속 보고되고 있다. 발효유가 사람의 암 발생에 대한 위험을 감소시킨다는 증거는 여러 연구자들의 역학조사에서 밝혀지고 있다. 역학조사에 의하면 여러 나라에서 고기, 동물성 지방 등과 대장암의 상관관계가 지적되고 있으며, 특히 핀란드에서는 일인당 지방소비량은 많지만 대장암 발생율은 서구사회에서 가장 낮은 것으로 보고되었다.

#### ① 유산균 발효유의 장암 발생 억제

발효유제품을 많이 섭취하는 민족에게 대장암과 유방암의 발생율이 적다는 사실은 역학조사에서 밝혀졌다(IARC, 1977; Veer 등, 1989). 국제암연구위원회는 핀란드의 쿠피오 사람들의 대장암 발생률이 식생활 습관이 유사한 덴마크의 코펜하겐 사람들의 그것에 비하여 1/4에 불과한 것은 2배 가까운 섬유질(30g/일) 섭취와 분변의 유산균 수가 100배 높은 사실과 관련이 있는 것으로 보고하였다. 최근에 Veer 등(1989)은 고지방, 고단백 음식을 먹고 있는 네델란드 여성들이 유산균 발효유 제품을 하루에 225g(1컵 반)이상 음용하였을 때 유방암 발생이 현저하게 억제된 사실을 발견하였다. Goldin 등(1980)은 하루에 100억 마리 이상의 *Lactobacillus acidophilus* 생균을 1개월 동안 성인들에게 먹었을 때 분변내 발암효소인  $\beta$ -glucuronidase와 nitroreductase의 활성이 먹기 전에 비해 1/2로 감소하였으며

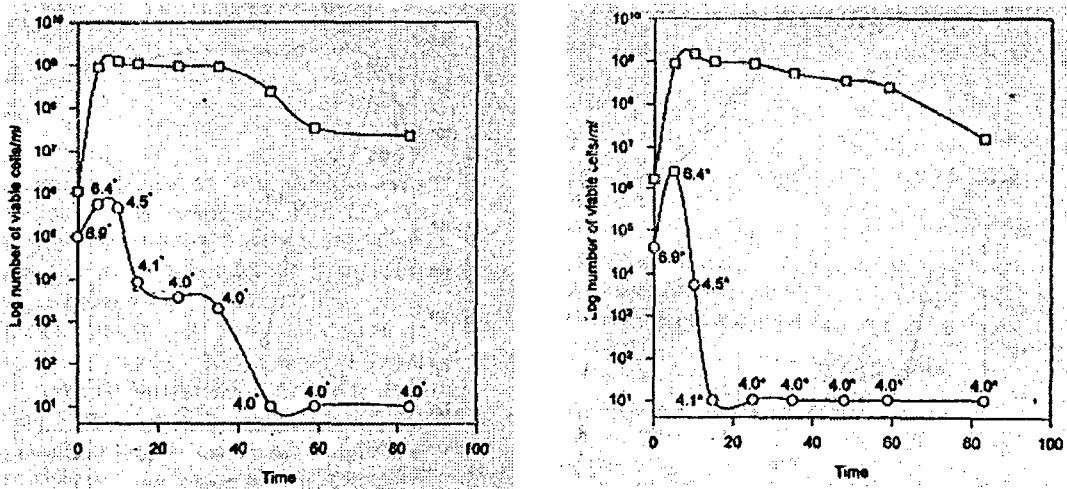


Fig. 5. The growth inhibition of *E. coli* O157:H7 KSC109(left) and *Salmonella typhimurium* (right) by *Bifidobacterium longum* HY8001.

유산균 섭취를 중단하면 1개월 후에는 섭취 전 상태로 증가한다고 하였다. 또한 Ayebo 등(1980)은 *Lactobacillus acidophilus* milk를 마셨던 사람들의 배설물에는  $\beta$ -glucuronidase의 활성이 크게 감소하였으며 유산균 수는 증가한 반면 대장균 수는 현저하게 감소한 사실을 확인한 바 있다. *L. acidophilus*로 발효시킨 milk를 대장암 환자들에게 먹었을 때도 Ayebo 등의 실험결과와 유사하게 나타났으며 분변내 담즙산 농도가 현저히 감소하였다(Lidbeck 등, 1991).

이와 같은 현상은 발효유제품을 많이 먹으면 분변 중에 유산균 수가 발효유제품을 먹지 않는 사람들에 비해 현저히 높게 나타나는 것과 관련이 있는 것으로 해석될 수 있다. 대장 속의 분변 중에는 암을 일으키는 세균성 발암효소들이 끊임없이 생산되고 있다. 그 효소들 중에서 지금까지 많이 알려진 발암 효소들은 azoreductase,  $\beta$ -glucuronidase, nitroreductase로서 주로 장내 부패균들에 의해 생산되고 있다. 이들 3가지 효소들은 결장암 발생에 중요한 역할을 하는 것으로 밝혀졌으며(Goldin 등, 1997; Shahani 등, 1983; Tanaka 등, 1981), 암 발생과 관련이 있는 음식물을 탐색하는 지표로 많이 이용되고 있다(Goldin 등, 1976; Perdigon 등, 1986).

Goldin(1980)등은 살아있는 *L. acidophilus*의 급여로 1,2-dimethylhydrazine (DMH)에 의한 쥐의 결장암 유발기간(잠복기간)이 연장된다고 보고하였다. DMH를 20주 동안 피하 투여하면서, 육식만을 급여한 쥐들은 77%의 결장암 발생빈도를 나타내었으나 *L. acidophilus*와 육식을 함께 먹인 쥐들은 40%의 결장암 발생빈도를 나타내었다. Shackelford 등(1983)은 결장암을 유발시킨 쥐에 발효유를 먹었을 때 생존수명이 대조군에 비하여 현저하게 연장된다고 하였다. Mitsuoka도 무균상태의 쥐에서 *Lactobacilli*와 *Bifidobacterium bifidum*의 존재가 다른 장내 세균들에 의한 장암의 발생을 억제시킨다고 하였다. 이러한 결과들은 결장암의 발생이 대장균과 같은 유해균들에 의해 촉진되나 *Lactobacillus*와 *Bifidobacterium*과 같은 유산균들에 의해서는 억제될 수 있음을 나타내고 있다. 결론적으로 장내 균총 중에서 유산균은 대장암의 예방은 물론 장관의 건강을 위해 매우 중요한 역할을 한다고 하겠다.

## ② 유산균의 항암효과

유산균이 암세포의 증식을 직접 억제한다는 사실은 Bogdanov 등(1962,1978)에 의해서 처음 보고되었다. 그는 *Lactobacillus bulgaricus*가 마우스에서 sarcoma 180과 Ehrlich ascites tumor의 성장을 현저하게 억제한다고 하였으며 균체로부터 항암활성이 강력한 성분인 glycopeptides를 분리하였다. 그 후, Reddy(1973)등은 마우스에 요구르트를 경구투여하여 Ehrlich 복수암 세포의 성장 상태를 검토한 결과, 요구르트 투여후 7일에 평균 28%의 종양억제 효과가 나타남을 확인하였다. Shahani(1983)등도 *L. acidophilus*, *L. bulgaricus*, *L. bulgaricus* + *Str. thermophilus*로 발효시킨 초유를 마우스에 급여하였을 때 Ehrlich 복수암 세포의 성장이 16~40% 억제되었다고 하였다.

한국야쿠르트 중앙연구소에서도 100 $\mu$ g의 *L. casei*를 마우스의 복강 또는 피하에 투여하였을 때 Lewis lung carcinoma와 sarcoma 180의 증식이 유의하게( $P < 0.01$ ) 억제되는 것을 확인할 수 있었다(Bae 등 1993). Kim 등(1991)은 유산균종 별로 Lewis lung carcinoma와 sarcoma 180의 성장에 대한 억제력을 비교하였을 때 항암효과는 *L. casei*가 가장 높게 나타났으며 유산균종 간에도 많은 차이가 있음을 발견하였다(Fig. 6). 3LL과 line-10 hepatoma의 암모델들은 주로 사람의 전이암 치료용 면역요법 연구에 많이 이용되고 있다. Asano 등(1986)은 *L. casei*를 마우스의 정맥 또는 경구로 투여하였을 때, 표제성 방광암인 BMT-2의 성장이 현저하게 억제되었다고 하였다. 또한, Matsuzaki 등(1987)은

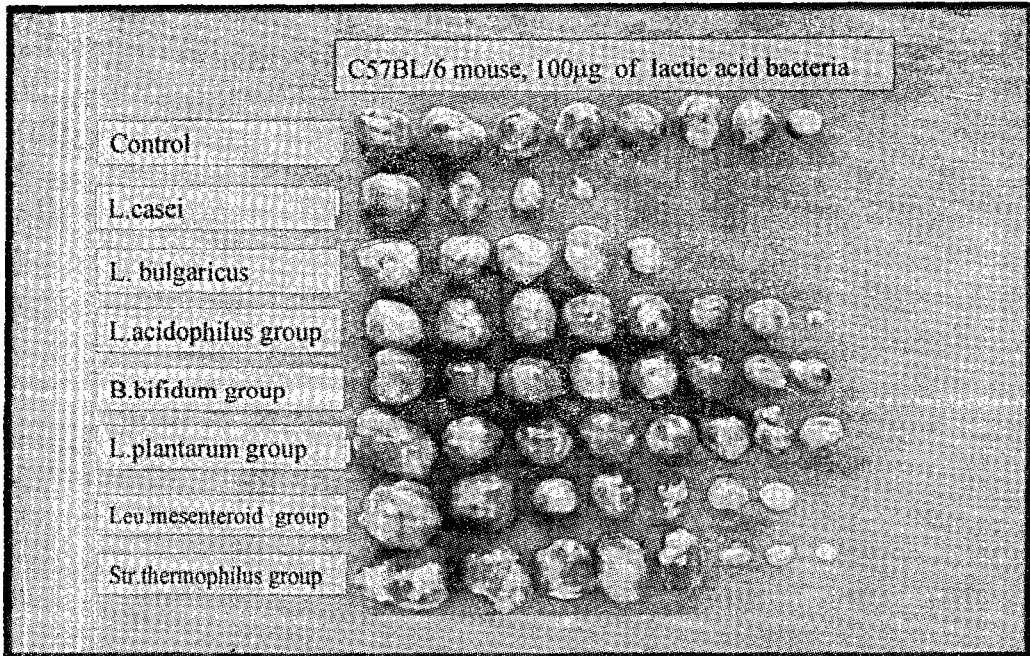


Fig. 6. Effect of LC9018 on the growth of 3LL in C57BL/6 by the dose of administration and type of lactic acid bacteria.

고전이암인 B16-F10 Melanoma에서 *L. casei*를 마우스의 정맥에 연속적(10 mg/kg, 4회)으로 투여하면 우수한 암 치료 효과를 거둘 수 있다고 하였다. 그리고 Meth A 폐암에 대한 *L. casei*의 항암활성은 면역보강제로 시판되고 있는 BCG, OK-432, *Corynebacterium parvum*의 것보다 우수한 것으로 보고되었다.

최근에 장관내 우점균인 *Bifidobacterium*도 항종양 효과를 나타내는 것이 확인되었다(Tsuyuki 등, 1991). *B. infantis*로부터 분리된 세포벽 성분인 whole peptidoglycan(WPG)은 더 높은 항종양 효과를 나타내었다(Sekine 등, 1985). 유산균이 생산하는 다당류에 관한 항암효과도 보고되었다. 이와 같은 유산균의 항암효과를 나타내는 구성성분이 무엇인지 아직 명확히 규명되지는 않았다. 다만 유산균의 항암활성 본체는 세포벽에 존재하는 peptidoglycan과 polysaccharide인 것으로 밝혀져 있다(Nagaoka 등, 1990; Oda 등, 1983; Sekine 등, 1985).

그러나, 유산균체는 시험관내에서 암세포의 성장과 DNA 합성을 저해하지 않았으며 사람에게 독성을 나타내지 않는 것으로 밝혀졌다(Mugitani 등, 1987). 유산균의 항암 기작이 규명되지는 않았지만, 유산균의 항암 효과는 숙주의 세포성 면역과 관련된 Macrophage와 Natural killer 세포의 활성화에 기인하며 T세포의 기능과는 무관한 것으로 보고되고 있다(Yasutake 등, 1985; Matsuzaki 등, 1987).

최근에 유산균의 항암 효과에 대한 지식이 많이 축적되었지만, 아직도 유산균의 항암 기작을 규명하기엔 턱없이 부족하다. 앞으로 유산균을 암 예방 및 치료용으로 개발하기 위해서는 유산균의 항암 효과에 대한 더 많은 연구가 필요할 것이다.

## IV. 결 론

유산균 발효유의 과학적 효능이 20세기 초 생물학자 메치니코프(Metchinikoff)가 1908년에 불가리아 지방의 불가리아 우유(Bulgarian milk)를 연구하여 발효유의 불노장수설을 발표함으로써 유산균 발효유의 과학성을 입증한 이래, 전세계적으로 소비가 가장 빨리 늘어나는 유제품의 하나가 되었다.

유산균 발효유의 영양과 건강증진 효과는 원료인 우유 자체의 영양적 효과 이외에 유산균 및 유산균에 의해 생성된 발효생성물질의 효과로 대별된다.

발효유를 매일 섭취함으로써 장내에서 소화 흡수를 촉진시키고, 장내 유해세균을 억제하여 유익한 세균의 생육을 촉진시킴으로써 장내 정장작용과 노화방지에 도움이 된다.

유산균은 숙주의 면역기능을 증강시키고, 장내에서 콜레스테롤의 흡수를 억제하여 성인병의 예방에도 기여하는 것으로 알려지고 있다. 유산균은 장내의 발암촉진물질을 불활성화시키고, 발암생성에 관여하는 효소작용을 억제시켜 장암 등의 발생을 억제하는 효과가 있음이 알려지고 있다. 최근 일본에서는 유산균이 표재성 방광암과 대장암을 억제시킨다는 임상실험 및 동물실험을 통하여 확인하였으며, 유산균을 이용한 항암제가 상품화되어 가까운 장래에 유산균 유래 항암제가 치료제로 시판될 전망이다.

유산균을 이용한 백신개발 가능성도 제시하고 있으며, 유산균 배양액이 화장품의 소재로 개발되는 등 유산균의 이용범위는 연구결과에 따라 점점 넓어지리라 예상된다.

## V. 참고문헌

1. Asano, M., Karasawa, E. and Takayama, T. : The Journal of Urology 136:719-7219(1986).
2. Ayebo, A.D., Angelo, I.A. and Shahani, K.M. : Milchwissenschaft 35:730-733(1980).
3. Bae, H.S., Baek, Y.J. and Yoon, Y.H. : Kor. J. Microbiol. Biotechnol. 21:247-255(1993).
4. Blanc, B. : Int. Dairy Fed., Doc. 179(1984).
5. Bogdanov, I.G., Popkhrstov, P. and Marinov, L. : Abstr. VIII Intl. Cancer Congress Moscow, pp. 364-365(1962).
6. Bogdanov, I.G., Velichkov, V.T., Gurevich, A.I., Dalev, P.G., Kolosov, A.M.N., Mal'kova V.P., Sorokina, I.B., and Khristova, L.N. : Bull. Exptl. Biol. Med. 84:1750-1753(1978).
7. Bogdanov, I. G., Popkhrstov, P. and Marinov, L. Abstr. VIII(1962).
8. Bogdanov, I.G., Popkhrstov, P. and Marinov, L. : Intl. Cancer Congress. Moscow. p 364-365(1962).
9. Daly, C., Sandine, W.E., and Elliker, P.R. : J. Milk Food Technol. 35:349-357(1972).
10. Gilliland, S.E. : 5th International Symposium for lactic acid bacteria and health. Korea, pp. 3-17(1987).
11. Gilliland, S.E. and Speck, M.L. : Appl. Environ. Microbiol., 33:15(1977).
12. Gilliland, S.E., Bruce, B.B., Bush, L.J. and Staley, T.E. : Dairy Sci., 63:964(1980).

13. Gilliland, S.E., Nelson, C.R. and Maxwell, C. : Appl. Environ. Microbiol(1985).
14. Gilliland, S.E., Nielsen, J.W. and Wyckoff, H.A. : J. Dairy Sci., 68 (Supplement 1) : 53 (1986).
15. Goldin, B.R. and Gorbach, S.L. : J. Natl. Cancer Inst. 57:371-375(1976).
16. Goldin, B.R. and Gorbach, S.L. : J. Natl. Cancer Inst. 64: 263-265(1980).
17. Goldin, B.R., Swenson, L., Dwyer, J., Sexton, M, and Gorbach, S.L. : J. Natl. Cancer Inst. 64: 255-261(1980).
18. Goldin, B.R. and Gorbach, S.L. : Cancer 40:2421-2426(1977).
19. Hepner, G., Fried, R., Jeor, S., Fusetti, L. and Morin, R. : Am. J. Clin. Nutr., 32, 19-24 (1979).
20. Hoffmann, K. : Bakterielle Besiedlung des menschlichen IARC Intestinal Microbiology Group. The Lancet 1977; 2:207-211(1966).
21. Lee, Yong Wook : J. Fd. Hyg. Safety, 12(1), 83-95(1997).
22. Lidbeck, A., Allinger, U.G., Orrhage, K.M., Ottova, L., Brismar, B., Gustafsson, J.A., Rafter, J.J. and Nord, C.E. : Microbial Ecology in Health and Disease 4:81-88(1991).
23. Mann, G.V. and Spoerry, A. : Am. J. Clin. Nutr., 27:464-469(1974).
24. Matsuzaki, T., Tsukio, K. and Yokokura, T. : Biotherapy 1:271-277(1987).
25. Matsuzaki, T., Yokokura, T. and Azuma, I. : Cancer immunol. Immunother 24:99-105(1987).
26. Metchnikoff, E. : The prolongation of life. Arno Press, New(1908).
27. Metchnikoff, E. : The prolongation of life, Arno Press, New York(1908).
28. Miralidhara, E.M. and Handam, I.Y. : Cul. Dairy Prod. J. 10(1):18-20(1975).
29. Mugitani, H. and Furue, H. : Biotherapy 1:286-289(1987).
30. Nagaoka, M., Muto, M., Nomto, K., Matuzaki, M., Watanabe, T., and Yokokura, T. !: Structure of Polysaccharide-Peptidoglycan Complex from the Cell Wall of *Lactobacillus casei* YIT9018. J. Biochem. 108: 568-571(1990).
31. Oda, M., Hasegawa, H., Komatsu, S., Kambe, M. and Tsuchiya, F.: Agric. Biol. Chem. 47:1623-1625(1983).
32. Perdigon, G., Alvarez, S., Macias, M. Margni, R.A., Oliver, G. and Holgado, A.A. : Milchwissenschaft 41:344-348(1986).
33. Rasic, J.Lj. and Kurmann, J.A. : Yoghurt Tech. Dairy Publ. House Copenhagen, Denmark (1978).
34. Reddy, G.V., Shahani, K.M. and Banerjee, M.R. : J. Natl. Cancer Inst. 50:815-817(1973).
35. Rose, A.H. : Scientific Amer. 245:127-138(1981).
36. Sandine, W.E., Muralidhara, K.S., Eliker, P.R. and England, D.C. : J. Milk Food Technol. 35:691-702(1972).
37. Sekine, K., Toida, T., Saito, M., Kuboyama, M., Kawashima, T. and Hashimoto, Y. : Cancer Research 45:1300-1307(1985).

38. Shackelford, L.A., Rao, D.R., Chawan, C.B. and Pulusani, S.R. : Nutrition and Cancer 5:159-164(1983).
39. Shahani, K.M., Friend, B.A. and Bailey, P.J. : J. Food Protection 46:385-386(1983).
40. Shahani, K.M. : 乳酸菌과 健康. 第 3회 국제학술세미나 3-20(1983).
41. Sneath, P. H., Mair, N.S. and Sharpe. E. : Bergey's Manual of Systematic Bacteriology (Vol. 2)(1986).
42. Tanaka, R., Toyama, K., Morotomi, M., Takayama, H., Nanno, M., Kuroshima, T. and Mutai, M. : "腸内フローラと發癌", PP.79-103(1981).
43. Tsuyuki, S., Yamazaki, S., Akashiba, H., Kamimura, H., Sekine, K., Toida, T., Saito, M., Kawashima, T. and Ueda, K. : Bifidobacteria, Microflora 10:43-52(1991).
44. Veer, P.V., Dekker, J.M., Lamers, J.W.J., Kok, F.J., Schouten, E.G., Brants, H.A.I., Sturmans, F. and Hermus, R.J.J. : Cancer Research 9:4020-4023(1989).
45. Yasutake, N., Ohwaki, M., Mutai, M., Koide, Y. and Yoshida, T. : Cancer Immunol. Immunother, 20:09-116(1985).
46. 本間道, 光岡知足. : Bifidus菌, 日本 Yakult 本社(1979).
47. 光岡知足. : 腸内菌의 世界. 叢文社(1980).
48. 光岡知足. : 乳酸菌과 健康, 第 4회 국제학술세미나 강연집(1985).
49. 馬田三夫. : Bifidus菌의 科學, 日本 Yakult 本社(1988).
50. 낙농관계자료 1998 (한국유가공협회 발간)
51. 백영진 : 우유(분호)(1997).
52. 식품공전(한국식품공업협회 발간)(1997).