

## 프로바이오틱 미생물과 유산균食品 (Probiotic microorganisms and lactic acid bacterial foods)

차 성 관

한국식품개발연구원 생물공학연구본부

### 1. 서론

우리 나라의 경제발전은 식생활의 풍족함을 가져왔고 “배고픔”이라는 단어를 이제 우리 사회 전반에서 찾아보기 어렵게 되었으나, 이제는 오히려 에너지 과다 섭취로 인한 비만(肥滿)과 고혈압, 암(癌) 등 서구 선진사회에서 문제가 되고있는 성인병(成人病)이 이제 점차적으로 우리 사회의 고질적인 문제로 대두되고 있다. 이러한 성인병의 예방을 위하여 균형있는 영양섭취나 적당한 운동과 같은 건강관리를 권장하고 있으나, 너무나 바쁘게 돌아가는 사회생활 구조는 업무과다에 의한 스트레스, 만성피로, 운동부족 그리고 불건강한 식사습관 등과 같은 현상을 초래하게 되었고, 또한 이로 인하여 많은 사람들이 건전한 식생활보다는 몸에 좋다는 보약 혹은 건강식품을 찾게되는 경우를 종종 보게 된다. 그렇지만 현재 시중에 유통되고 있는 건강식품들이 회사에서 주장하고 있는 것과 같은 효능을 제대로 가지고 있는 것인지, 혹은 과장된 선전으로 소비자를 현혹시키는 것은 아닌지 하는 우려가 사회적으로 확산되고 있는 실정으므로, 이들 건강식품들에 대한 건강효능의 과학적인 근거제시와, 소비자들이 현명하게 건강식품들을 선택하여 소비할 수 있는 정확한 홍보가 시급히 필요한 실정에 있다. 프로바이오틱 미생물은 사람의 변비, 설사, 장염 등과 같은 질병의 치료에 또 혈중 콜레스테롤 함량을 낮추고, 암의 발달을 막고, 정장작용을 함으로서 사람의 건강에 매우 유익한 역할을 할 수 있다는 실험결과들이 지금까지 많이 보고되고 있으며(75), 이러한 프로바이오틱 미생물은 현재 우리 나라에서 세 가지 의미로 사용되고 있는데 사료첨가제로서 동물용으로 사용되었을 때 생균제(生菌劑)로 불려지고 있고, 인체 의약품용으로 사용되었을 때 정장제(整腸劑) 혹은 유산균제제(乳酸菌製劑)라 불려지고 있으며, 1991년 이후 식품공전의 건강보조식품 유산균식품(乳酸菌食品)으로서 건강식품으로 등장하고 있다. 식품공전(1991)에 의하면 유산균식품의 정의는 “유산간균, 유산구균, 비피더스균과 같은 생균을 배양하여 식품에 혼합한것을 안정하고 섭취가 용이하도록 분말, 과립, 정제, 캡슐 등으로 만들어진 것으로 유산균 발효식품, 유산균발효유, 유산균음료 이외의 것”을 말하고 있고, 유산균식품의 성분규격으로서는 유산균 및 비피더스균이  $10^7/g$  이상 살아있어야 하고 대장균이 음성이어야 한다.

본 총설에서는 이러한 프로바이오틱 미생물과 유산균식품과의 관계를 설명하기 위하여 먼저 프로바이오틱스의 정의와 그 활용에 대하여 설명하고, 프로바이오틱 미생물들의 분류 및 프로바이오틱스를 개발하기 위한 프로바이오틱 미생물의 선발에 관하여 그리고 프로바이오틱 효과의 연구현황에 대한 문헌들을 소개한 후 프로바이오틱스 미생물의 향후 연구개발 전망에 대하여 기술하고자 한다.

### 2. 프로바이오틱스의 정의 및 활용

프로바이오틱스(Probiotics)란 용어는 항생물질(Antibiotics)에 대비(對比)되어 사용되는 말로서 그리스어의 “생명을 위한(for life)” 뜻으로부터 유래된 말인데, 생물간의 공생관계(probiosis)를 의미하는 생태학적 용어에 기원을 두고 있다. 이 용어는 1965년 Lilly와 Stillwell이 protozoa의 공생관계를 논하는 데서 맨처음 사용되었고, 이 후 Parker(1974)가 probiotics의 개념을 “숙주(宿主) 장내세균의 역제를 통하여 숙주에게 유익한 영향을 주는 물질”이라고 정의하였지만, 1989년 Fuller는 Parker의 정의가 probiotics 개념 속에 항생물질도 포함할 수 있으므로 다시 “숙주 장내세균의 balance를 개선하여 숙주에게 유익한 작용을 하는 사료(飼料)로 급여되는 생균”이라 하여 생균 세포의 중요성을 부각시켰다. 이러한 Fuller의 프로바이오틱스 정의가 사료에만 한정된 것을 Huis in't Veld 와 Havenar(1991) 등은 사람에게 활용되는 것을 추가시켜 “사람이나 동물에 건조된 세포 형태나 발효산물 형태로 급여됨으로서 사람이나 동물숙주의 장내 균총을 개선함으로써 좋은 영향을 주는 단일 혹은 복합균주 형태의 생균”로 정의하고 있다. 따라서 프로바이오틱스는 프로바이오틱 미생물과 동일한 뜻을 가진 용어로 해석할 수가 있으리라 본다. 한편 1995년 Gibson과 Roberfroid에 의하여 제창된 프리바이오틱스(prebiotics)는 프로바이오틱 미생물 혹은 프로바이오틱스의 유사개념으로 설명되고 있지만, 생균과 화학성분이라는 뚜렷한 차이를 가지고 있다. 프리바이오틱스는 lactulose, lactitol, oligosaccharides, inulin 등과 같은 성분들을 포함하고 있고 “장내에 유익한 특정 미생물의 성장을 선택적으로 활발하게 함으로서 숙주의 건강을 좋게 하여주는 소화되지 않는 식품 성분”으로 정의하고 있다. Prebiotics는 특히 bifidobacteria의 증

Table 1. Characterized probiotic strains (partial list). Species identification is as reported by the manufacturer and may not reflect the most current taxonomy (71)

Strain	Source
<i>Lactobacillus acidophilus</i> NCFM <sup>®</sup>	Rhodia, Inc. (Madison, Wis.)
<i>L. acidophilus</i> DDS-1	Nebraska Cultures, Inc. (Lincoln, Neb.)
<i>L. acidophilus</i> LA-1	Chr. Hansen, Inc. (Milwaukee, Wis.)
<i>Lactobacillus casei</i> Shirota	Yakult (Tokyo, Japan)
<i>L. casei</i> Immunitas	Danone (Paris, France)
<i>Lactobacillus fermentum</i> RC-14	Urex Biotech (London, Ontario, Canada)
<i>Lactobacillus johnsonii</i> La1	Nestle (Lausanne, Switzerland)
<i>Lactobacillus paracasei</i> CRL 431	Chr. Hansen, Inc. (Milwaukee, Wis.)
<i>Lactobacillus plantarum</i> 299V	Probi AB (Lund, Sweden)
<i>Lactobacillus reuteri</i> SD2112	Biogaia (Raleigh, N.C.)
<i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG	Valio Dairy (Helsinki, Finland)
<i>L. rhamnosus</i> GR-1	Urex Biotech (London, Ontario, Canada)
<i>L. rhamnosus</i> 271	Probi AB (Lund, Sweden)
<i>L. rhamnosus</i> LB21	Essum AB (Umeå, Sweden)
<i>Lactobacillus salivarius</i> UCC118	University College (Cork, Ireland)
<i>Lactobacillus lactis</i> L1A	Essum AB (Umeå, Sweden)
<i>Bifidobacterium lactis</i> Bb-12	Chr. Hansen, Inc. (Milwaukee, Wis.)
<i>Bifidobacterium longum</i> BB536	Morinaga Milk Industry Co., Ltd. (Zama-city, Japan)
<i>B. longum</i> SBT-2928	Snow Brand Milk Products Co., Ltd. (Tokyo, Japan)
<i>Bifidobacterium breve</i> strain Yakult	Yakult (Tokyo, Japan)

식을 촉진시키기 때문에 “bifidogenic” 혹은 “bifidus factors”라는 이름으로 불리어 지기도 하는데, Terada 등(1972)의 실험에 의하면 만성변비 및 간성뇌증(hepatic encephalopathy)의 치료제로 사용되고 있는 lactulose와 lactitol은 소장 내에서는 소화되지 않고, 대장에서 *Bifidobacterium* 등 유익한 세균의 증식을 돕는 동시에 *Bacteroides*, *Clostridium* 등 해로운 세균들의 증식을 억제시키는 작용을 하는 것으로 실험 보고하고 있고, oligosaccharides는 우유보다 모유에 많이 함유되어 있어 우유를 먹이는 유아들에게 prebiotics의 필요성이 강조되고 있다. 이러한 이유에서 oligosaccharides는 현재 아기분유의 조성성분으로 이용되고 있다(48). 프로바이오틱 미생물은 건강에 대한 여러 가지 유익한 효과 때문에 그 자체로서 유산균제제 혹은 유산균식품으로 이용되고 있을 뿐 아니라, 식품에 첨가되어 이용되기도 한다. 지금까지 가장 많이 활용되고 있는 식품분야는 발효유를 비롯한 유제품 분야라 할 수 있는데, Table 1은 세계적으로 프로바이오틱

미생물을 함유한 유제품의 예를 보여주고 있다. Table 1에서 볼 수 있는 것과 같이 주로 이용되고 있는 미생물은 *Lactobacillus acidophilus*, *L. casei*, 그리고 *Bifidobacterium* spp.인 것임을 알 수 있다. 프로바이오틱 미생물을 첨가한 식품제조는 현재는 주로 발효유를 비롯한 시유, 분유, 아이스크림과 같은 유제품에 주로 이용되고 있지만 점차로 제과, 제빵류를 비롯한 모든 식품에의 첨가가 시도되고 있으며 그 활용범위가 증대되는 세계적인 추세에 있다. 그림 1은 유제품을 비롯한 식품 및 의약품 등과 같은 제품에 있어서의 프로바이오틱 미생물의 활용 예를 보여주고 있다. 현재 독일, 프랑스, 이태리, 영국 등 많은 유럽의 나라들과 일본에서 가장 활발히 프로바이오틱 미생물을 첨가한 새로운 제품개발이 되고 있는 실정이고, 국내에서도 1989년 일부 유업체에서 외국과의 기술 제휴로 비피더스균을 요구르트 제조에 이용한 이후 현재는 대부분의 유업체에서 생산되는 요구르트 제품들 속에 아시도필러스 및 비피더스균과 같은 프로바이오틱 미생물들이 첨가되고 있으며, 시유, 분유에도 첨가하는 일부 회사가 있어 앞으로도 계속적으로 첨가되는 식품과 제품들이 다양해지리라는 전망이다.

### 3. 프로바이오틱 미생물의 분류 및 선발

프로바이오틱 미생물이란 일반적으로 동물이나 사람에게 섭취되어 여러 가지 건강증진 효과를 가져올 수 있는 미생물로 정의되고 있는데, 이들 미생물들이 프로바이오틱 미생물로서의 자격요건을 갖추기 위해서는 여러 가지 건강증진 효과들을 갖는 것 이전에 동물이나 사람과 같은 숙주에 해를 끼치지 않아야 한다. 이러한 숙주에 해를 끼치지 않는 안전한 미생물로 보통 유산균(lactic acid bacteria)을 예로 들고 있다. 전통적으로 유산균은 식품에 오래 동안 사용되어 왔기 때문에 일반적으로 GRAS(generally recognized as safe) 수준으로 인정을 받고 있으나, 일부 유산균들이 잠재적인 병원균 혹은 병원균으로 알려져 있기 때문에 이들의 명확한 분류학적 구분이 필요하다. 또한 역사적으로 유산균에 속한 미생물들의 분류체계가 바뀌어진 경우가 있어 주의를 요하고 있다. Sherman(1937)에 의해서 ‘pyogenic’, ‘viridans’, ‘lactic’ 그리고 ‘enteric’과 같은 4가지 그룹으로 나뉘어오던 *Streptococcus* 속으로부터 *Enterococcus*와 *Lactococcus*와 같은 2개의 새로운 속이 생기게 되었고(60, 61), *Lactobacillus* 속으로부터는 *Carnobacterium* 속이 새롭게 분리되었는데(13), 이들 *Carnobacterium* 속은 *Lactobacillus* 속과는 달리 pH 5.6에서 자라지 않고 glycerol과 mannitol을 발효시키는 성질을 가지고 있는 동시에 주로 소고기, 닭고기, 생선 그리고

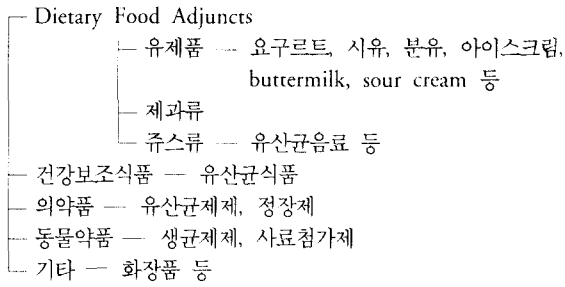


그림 1. 프로바이오틱 미생물의 식품, 의약품 등 제품에서의 활용

Table 2. Differential characteristics of lactic acid bacteria\* (Axelsson, 1993)

Genus	<i>Lacto-</i> <i>bacillus</i>	<i>Entero-</i> <i>coccus</i>	<i>Lacto-</i> <i>coccus</i>	<i>Leuco-</i> <i>nostoc</i>	<i>Pedio-</i> <i>coccus</i>	<i>Strepto-</i> <i>coccus</i>
Cell form	rod	cocci	cocci	cocci	cocci	cocci
Tetrad formation	-	-	-	-	+	-
CO <sub>2</sub> from glucose	±	-	-	+	-	-
Growth at 10°C	±	+	+	+	±	-
at 45°C	±	+	-	-	±	±
Growth in 6.5% NaCl	±	+	-	±	±	-
Growth at pH 4.4	±	+	±	±	+	-
at pH 9.6	-	+	-	-	-	-
Lactic acid configuration	D, L, DL	L	L	D	L, DL	L

\* All genera are Gram positive, non-sporing, Catalase negative and produce lactic acid as the major end product during the fermentation of carbohydrate

바닷물에서 분리되는 미생물이다. *Pediococcus* 속으로부터는 *P. halophilus* 종이 *Tetratogenococcus* 속으로 재분류되었고(12), *P. urinae-equi* 종은 16S rRNA 염기서열 분석에 의하여 *Aerococcus* 속으로 분류하게 되었다. 유산균은 그램 양성균으로 포자를 형성하지 않는 구균과 간균으로, 당발효에서 최종산물로 유산(lactic acid)을 생성하며, 생화학적인 Oxidase test와 Catalase test에서 음성반응을 나타내는 미생물들로 알려져 있다. 그렇지만 실험실에서 사용하는 유산균 생육매지에 hematin 혹은 hemoglobin이 첨가되어 있을 경우 Catalase test와 Oxidase test의 양성반응을 보인 예가 보고되고 있어 주의가 요망된다(54, 69). 이들 유산균은 현재 *Carnobacterium*, *Lactobacillus*와 같은 간균과 *Aerococcus*, *Enterococcus*, *Lactococcus*, *Leucocostoc*, *Pediococcus*, *Streptococcus* 그리고 *Tetratogenococcus*와 같은 속(genus)을 포함하고 있다. 이들 속들 이외에 *Bifidobacterium*속을 유산균에 포함시키기도 하는데

*Bifidobacterium*속은 혐기성 균으로서 glucose로부터 3:2의 비율로 초산(acetic acid)과 유산(lactic acid)을 생성하며, fructose-6-phosphogluconate dehydrogenase 효소를 가지고 있어 *Bifidobacterium*속의 동정에 이용된다. 이들 주요 유산균 속들은 Table 2에서 볼 수 있는 것과 같이 몇 가지 형태학적인 그리고 생리, 생화학적인 성질로서 구분할 수가 있다(3).

프로바이오틱 미생물을 선발 혹은 분리하는데 있어서 가장 중요한 첫 단계는 안전성을 고려한 미생물의 선발 혹은 분리라고 할 수 있다. 지금까지 식품에 항상 사용되어지고 있는 *Lactobacillus*

속과 *Bifidobacterium*속의 몇 가지 종(species) 그리고 *Streptococcus*와 같은 속들이 프로바이오틱 미생물의 선발과정에서 우선 대상으로 고려되고 있는 이유는 이러한 미생물들을 사용할 경우 많은 시간과 경비가 소요되는 안전성 검증과정을 생략할 수 있기 때문이다. 프로바이오틱 미생물의 선발 및 분리과정에서 두 번째로 중요하게 고려되어야 할 점은 프로바이오틱 미생물의 사용목적에 따라 미생물 분리원을 달리하여야 한다는 것이다. 즉, 사용목적이 동물용 생균제일 경우에는 미생물의 선발 혹은 분리단계에서 미생물의 분리원을 동물 분변으로 하여야 하고, 인체용일 경우에는 사람의 분변을 분리원으로 하여야 한다. 왜냐하면 프로바이오틱 미생물의 효능을 나타내기 위해서는 장내 정착성(adherence or colonization of the strain)이 필요하기 때문이다. 프로바이오틱 미생물을 선발 혹은 분리하는데 있어 셋째로 고려하여야 할 점은 생체내의 여러 가지 악조건을 견디어 낼 수 있는 능력이 있는가 하는 점이다. 즉, 위(胃)의 낮은 pH에서 생존할 수 있는지 또 소장(小腸)의 체액 또는 담즙의 악조건을 견디어 낼 수 있는지 하는 점이다. 이외에도 프로바이오틱 제품의 가공과정 중에 미생물이 얼마나 살아 남을 수 있는지도 고려하여야 한다. 즉, 예를 들어 사료에 프로바이오틱 미생물을 첨가하였을 때, 사료를 펠릿(pellet) 형태로 만들기 위해서는 60-80°C의 온도가 가해지는데, 이러한 높은 온도에서 미생물이 죽지 않고 살아 남을 수 있는지도 고려되어야 하는 것이다. 또한 사료의 경우 첨가가 허용이 되는 항생제에 대하여 프로바이오틱 미생물이 얼마나 내성이 있는지도 고려대상이 될 수 있다. 마지막으로 프로바이오틱 미생물을 선발하는데 있어 지금까지 알려진 인간에게 유익한 몇 가지 프로바이오틱 효과들을 가진 미생물들을 선발하는 것이 필요하다. 즉, 장내 유해균의 억제작용, 혈중 콜레스테롤 감소작용, 항암효과, 면역활성 증강작용 등과 같은 프로바이오틱 효과를 가진 미생물을 효과검증을 통하여 선발하여야 한다. 프로바이오틱 미생물의 종균으로 사용되기 위한 필요한 조건으로 田中(1990)은 다음과 같은 몇 가지를 예로 들고 있다. 즉, (1) 원래 숙주에 존재하는 常在菌일 것, (2) 위산, 담즙산 등이 존재하는 소화관 상부의 악조건을 견딜 것, (3) 하부 소화관에서 증식가능 할 것, (4) 腸內에서의 유용 효과가 있

을 것, (5) 식품첨가제로 쓰일 경우 식품속에서 생균이 저장 중 살아 있어야 하고 또한 충분한 안전성이 보장되어야 할 것, (6) 부작용이 없을 것, (7) 섭취, 飲用방법이 쉬운 것, (8) 가격, 비용이 쌀 것 등이다. Table 3은 프로바이오틱 미생물 제품에 사용되고 있는 프로바이오틱 미생물 종균들의 예를 보여주고 있다.

Table 3. Strains currently used in probiotic products (O' Sullivan et al., 1992)

<b>Lactobacillus spp.</b>
<i>L. acidophilus</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>L. casei</i> subsp. <i>rhamnosus</i> <i>L. brevis</i> , <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> , <i>L. fermentum</i> <i>L. helveticus</i>
<b>Bifidobacterium spp.</b>
<i>B. bifidum</i> , <i>B. longum</i> , <i>B. infantis</i> , <i>B. breve</i> , <i>B. adolescentis</i>
<b>Other</b>
<i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> and <i>cremoris</i> , <i>Enterococcus faecium</i> , <i>Pediococcus acidilactici</i> , <i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>dextranicum</i> , <i>Propionibacterium freudenreichii</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Saccharomyces boulardii</i>

4. 프로바이오틱 효과의 연구현황

프로바이오틱 미생물의 프로바이오틱 효과에 대해서는 지금까지 많은 실험연구가 이루어져, 인간에게 주는 여러 가지 유익한 효과 즉, 정상적인 장관(腸管) 및 비노생식기의 미생물 균총 유지, 유당불내증의 격감, 혈중 콜레스테롤 수준의 감소, 항암작용, 면역활성 증강작용 및 식품의 영양학적 가치의 증진과 같은 프로바이오틱 효과 뿐 아니라 여러 가지 치료적인 효과 즉, 비노생식기의 미생물 오염방지, 변비의 완화, 여행자 설사의 예방, 유아설사의 방지, 항생제에 유래된 설사의 절감, 간경변의 부작용 방지, 위산과다에의 효과 및 골다공증의 방지와 같은 여러 가지 치료효과에 대한 실험연구 결과들도 보고되고 있다. Table 4는 이러한 프로바이오틱 효과의 대표적인 예와 그 효과의 가설적인 작용 메카니즘에 대하여 설명하고 있다.

가. 장내 유해균의 억제작용 및 정상작용

프로바이오틱 미생물은 *in vitro* 혹은 *in vivo*에서 많은 병원균과 부패균의 성장을 억제한다. 프로바이오틱 미생물이 병원균의 성장을 억제하는 기작은 장(腸)내에서의 한정된 영양물질에 대한 경쟁(32) 그리고 프로바이오틱 미생물에 의하여 생성된 저급지방산(49), 항생물질(2, 5, 11, 21, 41, 68, 72) 그리고 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>(50) 등의 작용으로 가설적으로 설명하고 있다. 프로바이오틱 미생물의 병원성 미생물에 대한 항균작용과 관련된 실험들은 *Salmonella typhimurium*(43, 55), *S. enteritidis*(26), *Listeria monocytogenes*(41, 43, 51), *Pseudomonas aeruginosa*(43),

Table 4. Potential and established effects of probiotic bacteria (Sanders and Huis in 't Veld, 1999)

Target Health Benefit	Postulated Mechanism
Aid in lactose digestion	Bacterial lactase hydrolyses lactose
Resistance to enteric pathogens	Secretory immune effect Colonization resistance Alteration of intestinal conditions to be less favorable for pathogenicity (pH, short chain fatty acids, bacteriocins) Alteration of toxin binding sites Influence on gut flora populations Adherence to intestinal mucosa, interfering with pathogen adherence Upregulation of intestinal mucin production, interfering with pathogen attachment to intestinal epithelial cells
Anti-colon cancer effect	Mutagen binding Carcinogen deactivation Inhibition of carcinogen-producing enzymes of colonic microbes Immune response Influence on secondary bile salt concentration
Small bowel bacterial overgrowth	Influence of activity of overgrowth flora, decreasing toxic metabolite production Alteration of intestinal conditions to be less favorable to overgrowth flora activities or populations
Immune system modulation	Strengthening of non-specific defense against infection and tumors Adjuvant effect in antigen-specific immune responses Enhancement of secretory IgA production
Allergy	Prevention of antigen translocation into blood stream
Blood lipids, heart disease	Assimilation of cholesterol within bacterial cell Increased excretion of bile salts due to deconjugation by bile salt hydrolase Antioxidative effect
Antihypertensive effect	Peptidase action on milk protein yields tripeptides which inhibit angiotensin 1 converting enzyme Cell wall components act as angiotensin converting enzyme inhibitors
Urogenital infections	Adhesion to urinary and vaginal tract cells Colonization resistance Inhibitor production (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , biosurfactants)
Infection caused by <i>Helicobacter pylori</i>	Production of inhibitors of <i>H. pylori</i> (lactic acid and others)
Hepatic encephalopathy	Inhibition of urease-producing gut flora

*Clostridium difficile*(8) 그리고 *Helicobacter pylori*(30) 등과 같은 병원성 미생물들을 대상으로 하여 항균효과에 대한 실험들이 수행되었는데, 실험동물을 이용한 항균효과 뿐 아니라 병원성 미생물에 감염된 환자들을 대상으로 구강급여에 의한 방법으로도 실험이 수행되었다. 프로바이오틱 미생물의 병원성 미생물에 대한 항균작용 실험을 위하여 사용된 프로바이오틱 미생물들의 예로서는 프로바이오틱 미생물을 함유한 요구르트(10, 26) 외에 *Lactobacillus casei*(43), *L. rhamnosus* GG(8, 23, 40), *Streptococcus faecium*(6, 9), *Bifidobacterium breve*(27), *Lactobacillus acidophilus*(21, 24, 51, 57) 그리고 *L. salivarius*(30) 등과 같은 프로바이오틱 미생물들이 실험에 사용되었다.

#### 나. 유당불내증(lactose intolerance)의 격감작용

유당불내증은 아시아나 아프리카의 성인들에게 주로 있는 증상으로  $\beta$ -galactosidase의 효소결핍에 의해서 혹은 대장염과 같은 腸器의 異狀으로 lactase의 활력이 감소 되었을때 일어나는데 비발효 유제품을 섭취 하였을때 헛배부름증이라든가, 복통, 설사 등과 같은 증상을 유발하게 되는 증상을 말한다. 이러한 유당불내증 증상을 가지고 있는 사람들은 자연적으로 우유섭취를 기피하게 되는데 이러한 유당불내증 환자에게 치즈, 요구르트와 같은 발효유제품의 섭취가 바람직하다 할 수 있다. 유당불내증의 완화를 위한 프로바이오틱 미생물의 효과에 대한 많은 연구문헌을 찾아볼 수가 있다(7, 16, 33, 39, 42).

#### 다. 혈중 콜레스테롤 수준의 감소

일반적으로 혈중 콜레스테롤 함량이 심장계통의 질환 발생빈도와 정비례한다고 알려져 있다. 유산균 혹은 발효유의 섭취가 혈중 콜레스테롤 함량을 낮추어 준다는 많은 실험보고가 있는데, 이러한 혈중 콜레스테롤 함량을 낮추어 주는 효과는 미생물 발효에 의하여 생성되어지는 콜레스테롤 감압인자인 hydroxy methyl glutaric(HMG), orotic acid 그리고 uric acid 등에 의한 생체내의 콜레스테롤 생성저해 작용에 의해서라는 주장이 있고, 유산균이 콜레스테롤을 직접 분해하여 혈중 콜레스테롤 함량을 낮춘다는 주장도 있다. Gilliland 등(1985)은 돼지 분변으로부터 분리된 *L. acidophilus* 균주가 생육배지에서 cholesterol을 분해 시킨다는 사실을 발견하고 cholesterol을 먹인 돼지에 동일 균주를 급여한 결과 혈중 cholesterol 농도를 낮추었음을 실험보고 하였다. 건강한 사람을 대상으로 *L. bulgaricus*와 *Str. thermophilus*를 급여하였을 때 혈중 콜레스테롤 감소효과에 대한 실험결과 보고가 있고(25, 29, 56), 역시 건강한 사람에게 *Enterococcus faecium*과 *Str. thermophilus* 미생물을 급여 하였을 때 HDL 콜레스테롤 및 triglyceride의 성분변화는 없었지만 LDL 콜레스테롤의 감소효과가 있었음이 실험보고 되었다(1).

#### 라. 항암작용

유산균의 항암효과에 대한 연구는 다음과 같은 3 가지 범주로 구분할 수가 있다. 1) 암세포의 억제, 2) 발암물질을 생성케 하는  $\beta$ -glucosidase,  $\beta$ -glucuronidase 및 azoreductase 등과 같은 효소생성의 억제, 3) 발암물질의 분해이다. Shahani 등(1983)과 Reddy 등(1983)은 신선한 우유는 쥐에 있어서 암세포의 증식에 아무런 영향을 주지 않았지만, 발효유는 쥐의 암세포의 증식을 유효하게 억제한다는 것을 발견하였고, Takano 등(1985)도 쥐의 암세포에 대한 증식억제 효과를 실험한 결과 우유는 암세포의 증식억제에 아무런 영향을 끼치지 않았지만, 발효유 그리고 유산균체는 암세포의 증식억제 효과를 가져왔으며, 증식억제 정도는 유산균 세포수와 비례한다는 사실을 발견하였다. 일반적으로 고기와 지방성분의 섭취가 많은 나라일수록 장암이 많은 것으로 알려져 있는데 반하여, 핀란드 국민은 예외적으로 높은 지방성분의 섭취에도 불구하고 대장암의 발생률이 적은 것으로 나타났는데, 그 이유는 핀란드 국민이 많이 섭취하고 있는 요구르트와 같은 유제품속에 많은 수의 lactobacilli가 살아있고, 이들 유산균이 항암작용을 나타내기 때문이라고 Goldin과 Gorbach(1984)등은 주장하였다. 이들은 또한 유산균들이 대장에서 발암물질 생성에 관여하는 nitroreductase, azoreductase,  $\beta$ -glucuronidase 과 같은 효소의 활성을 유의하게 감소 시켰음을 발견하였다. Ayebo 등(1980)은 *L. acidophilus*를 첨가한 우유와 첨가하지 않은 우유를 노인병 환자들에게 먹었을때 *L. acidophilus*를 섭취한 쪽에서는 분변에서  $\beta$ -glucosidase 와  $\beta$ -glucuronidase 활성이 유의하게 감소하였음을 발견하였다. Lidbeak과 Geltner(1991)도 이와 비슷한 실험결과를 얻었음을 발표하였는데, 즉, *L. acidophilus*를 대장암 환자에게 2 주간 투여하였을 때 분변의  $\beta$ -glucosidase를 14% 만큼 감소시켰음을 발견하였다. Zhang과 Ohta(1991)의 연구에서는 *L. acidophilus*와 *B. bifidum* 등과 같은 유산균 세포벽의 peptidoglycan이나 polysaccharide와 같은 물질들이 돌연변이 유발물질들을 강력하게 흡착하여 장외로 배설하기 때문에 항 돌연변이 작용이 있음을 지적하였고, Tsuyuki 등(1991)도 *B. infantis* 균의 세포벽 추출물인 peptidoglycan을 쥐의 섬유육종(fibrosarcoma)에 피하주사 하였을 때 암발생을 억제하였음을 실험보고 하고있다.

#### 마. 면역증강작용

프로바이오틱 미생물은 감염(感染) 및 암(癌)에 대한 불특정 방어시스템의 증강작용을 하고, 항원 특정 면역반응의 보존역할을 하는 동시에 IgA의 생산을 증진시키는 역할을 함으로서 인체의 면역시스템 조절작용에 관여하는 것으로 알려져 있다(58). Fernandes와 Shahani(1990)에 의하면 프로바이오틱스에 의한 면역증진 효과는 macrophage와 lymphocyte가 활성화되어 면역체계에 자극을 줌으로서 얻어지고, Yasui와 Ohwaki(1991)들은

*Bifidobacterium breve* 균의 세포벽 추출물이 쥐의 Peyer's patch cell의 증식을 촉진시킴으로 macrophage-like cell과 B-cell의 증식을 활성화시킨다는 실험결과를 보고하였다. Perdigon과 Alvarez (1992) 들은 쥐에게 lactobacilli를 급여 하였을 때 macrophage와 lymphocyte의 활력이 증가되었고, 이러한 자극된 macrophage에 의하여 lysosome의 가수분해효소인 lysozyme, collagenase, plasminogen activator 들의 분비가 촉진되어진 사실을 발견하였다. Perdigon 등(1988, 1990)은 유산균을 쥐에 경구 투여하거나 복강내에 주사 하였을 때 macrophage와 lymphocyte를 활성화시켜 항암작용을 나타내었음을, 또한 *L. casei*와 *L. acidophilus* 균을 쥐에 경구투여 하였을 때 지라(spleen)내의 IgM 형성세포의 증가를 관찰하였다. Schiffrin 등(1995)은 *L. acidophilus*와 *B. bifidum* 생균을 그리고 Donnet-Hughes 등(1999)은 *L. johnsonii* 생균을 사람에게 경구투여 함으로서 백혈구 활동의 증가를 가져왔음을 보고하였고, 이밖에 프로바이오틱 미생물(*B. lactis*, *L. rhamnosus GG*, *L. johnsoni* La1)의 투여에 의한 혈청 IgA 반응증가 현상에 대한 많은 실험결과보고(17, 31, 36, 38) 그리고 *Lactobacillus brevis* 투여에 의한  $\alpha$ -interferon의 증가에 대한 실험연구결과보고가 있다(34).

#### 바. 식품의 영양학적 가치의 증진

프로바이오틱 미생물의 영양학적인 가치증진 효과에 대해서는 지금까지 주로 발효유에 대한 연구가 진행되었는데, 유리아미노산 함량의 증가라든가 비타민의 생성 그리고 D(-) Lactic acid 보다 소화되기 쉬운 형태인 L(+) Lactic acid 생성에 관한 것이다. 일반적으로 lactobacilli와 bifidobacteria는 folic acid, niacin, thiamine, riboflavin, pyridoxine 그리고 vitamin K 를 생성하는 것으로 알려져 있다(52).

#### 5. 향후 연구개발 전망

현재 국내에서 500 억원 정도의 시장규모를 형성하고 있는 프로바이오틱 미생물 제품들 중의 대부분은(약 90% 추정) 외국에서 수입된 종균원말을 가공 포장하여 판매하고 있는 것으로 알려져 있다. 그렇지만 외국에서 수입된 이러한 제품들이 우리나라 사람들이 사용하기에 적합한가? 라는 의문을 일부 학자들은 제기하고 있고, 그러한 문제를 해결하기 위해서는 한국인의腸 內에서 유용한 프로바이오틱 미생물을 탐색하여 이용하여야 한다는 주장과 함께, 국내에서도 프로바이오틱 미생물을 개발하기 위한 연구가 많이 시도되고 있으나, 아직까지 제품화된 프로바이오틱 미생물은 극히 일부에 불과하다. 프로바이오틱 미생물의 생산에서 가장 문제가 되는 것은 어떻게 값싼 원료를 이용하여 경제적인 제품을 생산할 수 있느냐 하는 문제와, 어떻게 생균수가 높은 고농도 균체를 얻을 수 있는가 라는 문제이다. 외국의 경우, 프로바이오틱 미생물의 산업적 제조를 하기 위한 모든 과정에서 여러 가지 기술 즉, 동결건조시 균체의 사멸률을 줄이

기 위한 동결보호제 등을 이용한 동결건조기술, 상품성을 고려하고 유통 중 균수의 소실을 줄이기 위한 적절한 부형제의 사용기술, 배지의 pH조절 방법의 개량 등으로 고농도 균체를 얻는 기술, 또 최근에는 프로바이오틱스의 胃腸 통과시 생존율을 높이기 위한 microencapsulation 기술과 腸用性 coating과 같은 기술에 있어 축적된 know how를 가지고 있으나 이러한 산업적 기술은 외부로 공개되지 않고 있다. 국내에서도 일부 생산업체에서 프로바이오틱 미생물의 생산기술을 가지고 있고, 프로바이오틱 미생물의 탐색 및 유익한 효과를 규명하기 위한 연구가 많이 이루어지고 있으나, 아직까지 초기 단계의 연구라 할 수 있으며, 앞으로 프로바이오틱 미생물의 효능 규명에 대한 보다 과학적이고 체계적인 연구들이 이루어져야 하리라 본다. 또한 연구결과와 신뢰구축을 위한 보다 합리적이고 명확한 실험방법의 기준설정이 있어야 하고, 이를 위한 적법한 법 제정 절차가 이루어져야 하리라 본다. 지금까지의 효능검증을 위한 실험에 추가하여 효능의 메커니즘을 밝힐 수 있는 연구가 앞으로 더욱 많이 이루어져 소비자들의 이해를 돕고 신뢰를 구축하는 터전을 마련하는 것도 하나의 앞으로의 연구과제라 할 수 있다. 현재 세계적으로 건강식품을 선호하는 추세에 있기 때문에, 프로바이오틱 미생물의 식품에의 활용범위는 점점 더 확대되어 가리라는 전망이고, 이러한 추세에 맞추어 프로바이오틱 미생물의 식품에의 활용범위를 넓히기 위한 많은 연구가 이루어져야 한다. 특히 김치, 장류와 같은 한국의 전통발효식품의 현대적인 생산을 위한 접종균의 개발에 있어서 프로바이오틱 미생물을 응용하는 연구도 이루어 질 수 있으리라 본다.

#### 참고문헌

1. Agrebaek, M., L.U. Gerdes and B. Richenlsen. 1995. Hypocholesterolaemic effect of a new fermented milk product in healthy middle-aged man. *J. Chin. Nutr.* 49, 346-352.
2. Anand, S.K., R.A. Srinivasan and L.K. Rao. 1985. Antibacterial activity associated with *Bifidobacterium bifidum*. *Cult. Dairy Prod. J.* 20, 21, 23.
3. Axelsson, L.T. 1993. Lactic acid bacteria: Classification and Physiology pp.1-63 In S. Salminen and A. von Wright(eds.). 1993. Lactic acid bacteria. Marcel Dekker, Inc.
4. Ayebo, A.D., I.A. Angelo and K.M. Shahani. 1980. Effect of ingesting *Lactobacillus acidophilus* milk upon fecal flora and enzyme activity in human. *Milchwissenschaft* 35, 730-733.
5. Barefoot, S.F. and T.R. Klaenhammer. 1983. Detection and activity of lactacin B, a bacteriocin produced by *Lactobacillus acidophilus*. *Appl. Env. Microbiol.* 45, 1808-1815.

6. Bellomo, G., A. Mangiagle, L. Nicastro and G.A. Frigerio. 1980. A controlled double-blind study of SF68 strain as a new biological preparation for the treatment of diarrhea in pediatrics. *Curr. Ther. Res.* **28**, 927-936.
7. Bhowmik, T., M.C. Johnson and B. Ray. 1987. Factors influencing synthesis and activity of  $\beta$ -galactosidase in *Lactobacillus acidophilus*. *J. Indust. Microbiol.* **2**, 1-7.
8. Biller, J.A., A.J. Katz, A.F. Flores, T.M. Buie and S.L. Gorbach. 1995. Treatment of recurrent *Clostridium difficile* colitis with *Lactobacillus* GG. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* **21**, 224-226.
9. Borgia, M., N. Sepe, V. Brancato and R. Borgia. 1982. A controlled clinical study on *Streptococcus faecium* preparation for the prevention of side reactions during long-term antibiotic treatments. *Curr. Ther. Res.* **31**, 265-271.
10. Boudraa, G., M. Touhamis, P. Pochart, R. Soltana, J.Y. Mary and J.F. Desjeux. 1990. Effect of feeding yogurt versus milk in children with persistent diarrhea. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* **11**, 509-512.
11. Carminati, D., G. Giraffa and M.G. Bossi. 1989. Bacteriocin-like inhibitors of *Streptococcus lactis* against *Listeria monocytogenes*. *J. Food Prot.* **52**, 614-617.
12. Collins, M.D., A.M. Williams and S. Wallbanks. 1990. The phylogeny of *Aerococcus* and *Pediococcus* as determined by 16S rRNA sequence analysis : description of *Tetragenococcus* gen. nov. *FEMS Microbiol. Lett.* **70**, 255-262.
13. Collins, M.D., J.A.E. Farrow, B.A. Phillips, S. Ferusu and D. Jones. 1987. Classification of *Lactobacillus divergene*, *Lactobacillus piscicola* and some catalase negative, asporogenous, rod-shaped bacteria from poultry in a new genus, *Carnobacterium*. *Int. J. Syst. Bacteriol.* **37**, 310-316.
14. Donnet-Hughes, A., F. Rochat, P. Serrant, J.M. Aeschlimann and E.J. Schiffrin. 1999. Modulation of nonspecific mechanisms of defense by lactic acid bacteria : Effective dose. *J. Dairy Sci.* **82**, 863-869.
15. Fernandes, C.F., and K.M. Shahani. 1990. Anticarcinogenic and immunological properties of dietary lactobacilli. *J. Food Protec.* **53**, 704-710.
16. Fisher, K., M.C. Johnson and B. Ray. 1985. Lactose hydrolyzing enzymes in *Lactobacillus acidophilus* strains. *Food Microbiol.* **2**, 23-29.
17. Fukushima, Y., Y. Kawata, H. Hara, A. Terada and T. Mitsuoka. 1998. Effect of a probiotic formula on intestinal immunoglobulin A production in healthy children. *Int. J. Food Microbiol.* **42**, 39-44.
18. Fuller, R. 1989. Probiotics in man and animals. *J. Appl. Bacteriol.* **66**, 365-378.
19. Gibson, G.R. and M.B. Roberfroid. 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota-introducing the concept of prebiotics. *J. Nutr.* **125**, 1401-1412.
20. Gilliland, S.E., C.R. Nelson, and C. Maxwell. 1985. Assimilation of cholesterol by *Lactobacillus acidophilus*. *Appl. Environ. Microbiol.* **49**, 377-381.
21. Gilliland, S.E. and M.L. Speck. 1977. Antagonistic action of *Lactobacillus acidophilus* toward intestinal and foodborne pathogens in associative culture. *J. Food Prot.* **40**, 820.
22. Goldin, B.R. and S.L. Gorbach. 1984. The effect of milk and *Lactobacillus* feeding on human intestinal bacteria enzyme activity. *Am. J. Clin. Nutr.* **39**, 756-761.
23. Gorbach, S.L., T.W. Chang and B. Goldin. 1987. Successful treatment of relapsing *Clostridium difficile* colitis with *Lactobacillus* GG. *Lancet* **26**, 1519.
24. Gotz, V., J.A. Romankiewicz, J. Moss and H.W. Murray. 1979. Prophylaxis against ampicillin-associated diarrhea with a *Lactobacillus* preparation. *Am. J. Hosp. Pharm.* **36**, 754-757.
25. Hepner, G., R. Fried, S. St. Jeor, L. Fusetti and R. Morin. 1979. Hypocholesterolemic effect of yogurt and milk. *Am. J. Clin. Nutr.* **32**, 19-24.
26. Hitchins, A.D., P. Wells, F.E. McDonough and N.P. Wong. 1985. Amelioration of the adverse effect of a gastrointestinal challenge with *Salmonella enteritidis* on weaning rats by a yogurt diet. *Am. J. Clin. Nutr.* **41**, 92-100.
27. Hotta, M., Y. Sato, S. Iwata, N. Yamashita, K. Sunakawa, T. Oikawa, R. Tanaka, K. Watanabe, H. Takayama, M. Yajima, S. Sekiguchi, S. Arai, T. Sakurai and M. Mutai. 1987. Clinical effects of *Bifidobacterium* preparations on pediatric intractable diarrhea. *Keio J. Med.* **36**, 298-314.
28. Huis in't Veld, J.H.J. and R. Havenaar. 1991. Probiotics and health in man and animal. *J. Chem. Techn. Biotechnol.* **51**, 562-567.
29. Jaspers, D.A., L.K. Massey and L.O. Luedecke. 1984. Effect of consuming yogurts prepared with three culture strains on human serum lipoproteins. *J. Food Sci.* **49**, 1178-1181.
30. Kabir, A.M.A., Y. Aiba, A. Takagi, S. Kamiga, T. Miwi and Y. Koga. 1997. Prevention of *Helicobacter pylori* infection by lactobacilli in a gnotobiotic murine model. *Gut.* **41**, 49-55.
31. Kaila, M., E. Isolauri, M. Saxelin, H. Arvilommi and T.

- Vesikari. 1995. Viable versus inactivated lactobacillus strain GG in acute *rotavirus diarrhoea* Arch. Dis. Child. 72, 51-53.
32. Kennedy, M.J., A.L. Rogers and R.J. Yancey. 1988. An anaerobic continuous flow culture model of interactions between intestinal microflora and *Candida albicans*. *Mycopathologia* 103, 125-134.
33. Kim, H.S. and S.E. Gilliland. 1983. *Lactobacillus acidophilus* as a dietary adjunct for milk to aid lactose digestion in humans. *J. Dairy Sci.* 66, 959-966.
34. Kishi, A., K. Uno, Y. Matsubara, C. Okuda and T. Kishida. 1996. Effect of the oral administration *Lactobacillus brevis* subsp. *coagulans* on interferon  $\alpha$ -producing capacity in humans. *J. Amer. Coll. Nutr.* 15, 408-412.
35. Lidbeak, A. and A.U. Geltner. 1991. Impact of *Lactobacillus acidophilus* supplements on the fecal microflora and soluble fecal bile acid in colon cancer patients. *Microb. Ecol. Hlth. Dis.* 4, 81-88.
36. Link-Amster, H., F. Rochat, K.Y. Saudan, O. Mignot and J.M. Aeschlimann. 1994. Modulation of a specific humoral immune response and changes in intestinal flora mediated through fermented milk intake. *FEMS Immunol. Med. Microbiol.* 10, 55-64.
37. Lilly, D.M. and R.H. Stillwell. 1965. Probiotics: Growth promoting factors produced by microorganisms. *Science* 147, 747-748.
38. Malin, M., H. Suomalainen, M. Saxelin and E. Isolaur. 1996. Promotion of IgA immune response in patients with Crohns disease by oral bacteriotherapy with *Lactobacillus* GG. *Ann. Nutr. Metab.* 40, 137-145.
39. Mashayekh, M. and R.J. Brown. 1992. Stability of *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* and  $\beta$ -galactosidase activity in frozen cultures ice cream. *Cult. Dairy Prod. J.* 27, 4-8.
40. Millar, M.R., C. Bacon, S.L. Smith, V. Walker and M.A. Hall. 1993. Enteral feeding of premature infants with *Lactobacillus* GG. *Arch. Dis. Child.* 69, 483-487.
41. Nielsen, J.W., J.S. Dickson and J.D. Crouse. 1990. Use of a bacteriocin produced by *Pediococcus acidilactici* to inhibit *Listeria monocytogenes* associated with fresh meat. *Appl. Env. Microbiol.* 56, 2142-2145.
42. Nielsen, J.W. and S.E. Gilliland. 1992. The lactose hydrolyzing enzyme from *Lactobacillus acidophilus*. *Cult. Dairy Prod. J.* 27, 20-28.
43. Nomoto, K., M. Nagaoka, T. Yokakura and M. Mutai. 1989. Augmentation of resistance of mice to bacterial infection by a polysaccharide-peptidoglycan complex(PSPG) extracted from *Lactobacillus casei*. *Biotherapy* 1, 169-177.
44. Parker, R.B. 1974. Probiotics, the other half of the antibiotic story. *Ani. Nutr. Health* 29, 4-8.
45. Perdigon, G. and S. Alvarez. 1992. Probiotics and the immune state. pp. 145-180. In R. Fuller(Ed.), 1991. Probiotics: The Scientific Basis. Chapman & Hall.
46. Perdigon, G., S. Alvarez, M.E.N. de Macias, M.E. Roux, and A.P. de Ruiz Holgado. 1990. The oral administration of lactic acid bacteria increase the mucosal intestinal immunity in response to enteropathogens. *J. Food Protec.* 53, 404-410.
47. Perdigon, G., M.E. Naderd de Macias, S. Alvarez, G. Oliver and A.D. de Ruiz Holgado. 1988. Systemic augmentation of the immune response in mice by feeding fermented milks with *Lactobacillus casei* and *Lactobacillus acidophilus*. *Immunology* 63, 17-23.
48. Playne, M.J. and R. Crittenden. 1996. Commercially available oligosaccharides. *Bull. Int. Dairy Fed.* 313, 10-22.
49. Pongpech, P. and D.J. Hentges. 1989. Inhibitory effects of volatile fatty acids and low pH on the multiplication of enteric pathogens *in vitro* in caecal contents of mice. *Microb. Ecol. Health Dis.* 2, 247-253.
50. Price R.J. and J.S. Lee. 1970. Inhibition of *Pseudomonas* species by hydrogen peroxide producing lactobacilli. *J. Milk Food Technol.* 33, 13.
51. Raccach, M., R. McGrath and H. Daftarian. 1989. Antibiosis of some lactic acid bacteria including *Lactobacillus acidophilus* toward *Listeria monocytogenes*. *Int. J. Microbiol.* 9, 25.
52. Rasic, J.L. and J.A. Kurman. 1983. Bifidobacteria and their role. Birkhauser Verlag.
53. Reddy, G.V., B.A. Friend, K.M. Shahani and R.E. Farmer. 1983. Antitumor activity of yogurt components. *J. Food Prot.* 46, 8-11.
54. Richey, T.W. and H.W.J. Seeley. 1976. Distribution of cytochrome-like respiration in streptococci. *J. Gen. Microbiol.* 93, 195-203.
55. Roach, S. and G.W. Tannock. 1980. Indigenous bacteria that influence the number of *Salmonella typhimurium* in the spleen of intravenously challenged mice. *Can. J. Microbiol.* 26, 408-411.
56. Rossouw, J.E., E.M. Burger. P. Van der Vgver and J.J. Ferreira. 1981. The effect of skim milk, yogurt and full cream milk on human serum lipids. *Am. J. Clin. Nutr.*



34, 351-356.

57. Salminen, E.I., J. Minkkinen, H. Vapaatalo and S. Salminen. 1988. Preservation of intestinal integrity during radiotherapy using live *Lactobacillus acidophilus* cultures. *Radiology* **39**, 435-437.

58. Sanders, M.E. and J. Huis in't Veld. 1999. Bringing a probiotic-coontaining functional food to the market: Microbiological, product, regulatory and labelling issues. *Antonie van Leeuwenhoek* **76**, 293-315.

59. Schiffrin, E.J., F. Rochat, H. Link-Amster, J.M. Aeschlimann and A. Donnet-Hughes. 1995. Immunomodulation of human blood cells following the ingestion of lactic acid bacteria. *J. Dairy Sci.* **78**, 491-497.

60. Schleifer, K.H., J. Kraus, C. Dvorak, R. Kilpper-Bälz, M.D. Collins and W. Fischer. 1985. Transfer of *Streptococcus lactis* and related streptococci to the genus *Lactococcus* gen. nov. *Syst. Appl. Microbiol.* **6**, 183-195.

61. Schleifer, K.H. and R. Kilpper-Bälz. 1984. Transfer of *Streptococcus faecalis* and *Streptococcus faecium* to the genus *Enterococcus* nom. rev. as *Enterococcus faecalis* comb. nov. and *Enterococcus faecium* comb. nov. *Int. J. Syst. Bacteriol.* **34**, 31-34.

62. Shahani, K.M., B.A. Friend and P.J. Bailey. 1983. Antitumor activity of fermented colostrum and milk. *J. Food Protect.* **46**, 385-386.

63. Sherman, J.M. 1937 The streptococci. *Bacteriology Reviews* **1**, 3-97.

64. O'Sullivan, M.G., G. Thornton, G.C. O'Sullivan and J.K. Collins. 1992. Probiotic bacteria: myth of reality ?. *Trends in Food Sci. and Technol.* **3**, 309-314.

65. Takano, T., K. Arai, I. Murota, K. Hayakawa, T. Mizutani and T. Mitsuoka. 1985. Effects of feeding sour milk on longevity and tumorigenesis in mice and rats. *Bifidobacteria Microflora.* **4**, 31-37.

66. Terada, A., H. Hara, M. Katoaka and T. Mitsuoka. 1992. Effect of lactulose on the composition and metabolic activity of the human faecal flora. *Microb. Ecol. Health Dis.* **5**, 43-50.

67. Tsuzuki, S., S. Yamazaki, H. Akashiba, H. Kanimura, K. Sekine, T. Toida, M. Saito, T. Kawashima and K. Ueda. 1991. Tumor-suppressive effect of a cell wall preparation, WPG from *Bifidobacterium infantis* in germfree and flora-bearing mice. *Bifidobact. Microflora* **10**, 43-52.

68. West, C.A. and P.J. Warner. 1988. Plantacin B, a bacteriocin produced by *Lactobacillus plantarum* NCDO 1193. *FEMS*

*Microbiol. Lett.* **49**, 163.

69. Wolf, G., A. Strahl, J. Meisel and W.P. Hammes. 1991. Heme-dependent catalase activity of lactobacilli. *Int. J. Food Microbiol.* **12**, 133-140.

70. Yasui, H. and M. Ohwaki. 1991. Enhancement of immune response in Deyer patch cells cultured with *Bifidobacterium breve*. *J. Dairy Sci.* **74**, 1187-1195.

71. Yeung, P.S.M., R. Cano, P.S. Tong, and M.E. Sanders. 1999. Comparison of API, 16S rDNA sequencing and fatty acid analysis as methods to speciate commercial probiotic bacteria. *J. Dairy Sci.* **82**, 6, abstract #D22.

72. Zadel, J.K., P. Ceglowski and W.T. Dobrzanski. 1985. Mechanism of action of lactostrepcin 5, a bacteriocin produced by *Streptococcus cremoris* 202. *Appl. Env. Microbiol.* **49**, 969.

73. Zhang, E.B. and Y. Ohta. 1991. Binding of mutagens by fractions of the cell wall skeleton of lactic acid bacteria on mutagens. *J. Dairy Sci.* **74**, 1477-1481.

74. 식품공전. 1991. 한국식품공업협회.

75. 차성관. 1994. 프로바이오틱스(Probiotics)와 식품에의 활용. *식품기술* **7(2)**, 3-12.

76. 田中 隆一郎. 1990. 場内細菌の利用, Pp.426-439. In 光岡 知足(ed.) 腸内細菌學, 朝倉書店, 東京.



차 성 관

1974년	서울대학교 농과대학 축산학과 학사
1976년	서울대학교 대학원 축산학과 농학석사
1985년	스위스연방공과대학 식품공학과 공학박사
1985-1986년	한국과학기술원 생물공학부 선임연구원
1986-1988년	한국과학기술원 유전공학 센터 선임연구원
1988-1989년	한국식품개발연구원 선임연구원
1989-현재	한국식품개발연구원 책임연구원