

사람 장유래 유산균을 이용한 프로바이오틱 유제품 개발

Development of Probiotic Dairy Products using Lactic Acid Bacteria Isolated from Human Intestine

안 영 태

Young-Tae Ahn

(주)한국야쿠르트 중앙연구소

R&BD, Korea Yakult

1. 서론

최근 건강에 대한 관심이 증가하면서 소비자들 사이에서 주목을 받기 시작한 것이 프로바이오틱스(Probiotics)이다. 이러한 소비자들의 관심은 2013년 건강기능식품 생산실적에도 잘 나타나 있는데, 프로바이오틱스는 804억 원의 생산실적을 기록해 전년대비 55%나 상승했다. 또한 프로바이오틱스는 2012년 기준으로 전 세계적으로 256억 불 이상의 큰 시장을 형성하고 있으며, 연간 6.8%의 성장률을 나타내고 있는 향후 지속적으로 성장이 예상되는 유망한 분야이다. 프로바이오틱스가 함유되어 있는 제품 유형별 시장은 유제품을 포함한 기능성 식품 및 음료, 건강기능식품, 특별영양식, 사료용으로 나누어져 있으며, 유제품을 포함한 기능성 식품 및 음료시장이 약 84%를 차지하고 있다. 최근에 건강기능식품 그리고 특별영양식

분야의 연간 성장률이 9% 이상으로 나타나고 있다. 한편 전 세계 프로바이오틱스 균주 원료 시장은 11억 달러이며, Chr. Hansen과 같은 선진 글로벌 기업은 27%의 높은 영업이익율을 나타내고 있다.

우리나라에서는 1971년에 (주)한국야쿠르트가 “야쿠르트”를 판매한 이후 2012년 발효유 판매액이 2조 2천억 원 규모이며, 이중 건강증진효과가 강조된 프로바이오틱 유산균이 함유되어 있는 드링크 발효유가 51%를 차지하고 있다. 즉, 국내 프로바이오틱스 시장은 드링크 발효유가 대부분을 차지하고 있으며, 그 외에 분말 또는 과립 형태로 판매되는 건강기능식품 및 정장제, 사료첨가제 등으로 구성되어 있다. 국내에서 판매되고 있는 프로바이오틱스 균주들은 Chr. Hansen, Danisco, Rosell-Lallemand 등 유럽과 북미의 선진 글로벌 기업에서 제조된 수입 제품들이 주종을 이루고 있고 국내의 많은 업체들도 프로바이오

Corresponding Author: Young-Tae Ahn
R&BD Department, Korea Yakult Co., Giheungdanji-ro 24 boun-gil 22,
Giheung-gu, Youngin-si, Gyeonggi-do, 446-901, Korea,
Tel: +82-70-7835-6037
Fax: +82-31-8005-7831
E-mail: ytahn@re.yakult.co.kr

틱스 시장에 뛰어 들어 전체 프로바이오틱스 시장이 커지고 있는 상황이다.

2. 프로바이오틱스로서 유산균

프로바이오틱스는 그리스어로 ‘생명을 위한(for life)’ 의미를 지니고 있으며, 일반적으로 사람이나 동물이 섭취하였을 때 장내 균총의 균형을 조절하여 건강에 도움을 주는 살아있는 미생물로 정의하고 있다(Fuller, 1989). 이러한 프로바이오틱스에는 유산균을 비롯한 효모, 기타 박테리아들이 있는데, 유산균이 대부분을 차지하고 있다. 유산균(乳酸菌, lactic acid bacteria)은 포도당 또는 유당(乳糖, lactose)등의 탄수화물을 소화 이용하고, 최종 산물로 주로 젖산(乳酸, lactic acid)을 만들어 필요한 에너지와 영양소를 얻어서 살아가는 박테리아(細菌, bacteria)들을 총칭한다. 유산균은 사람과 동물의 구강, 장, 질, 피부 등에 존재하고 있으며, 장내 정상 세균총을 구성하고 인간과 가축의 건강 유지에 큰 역할을 담당하고 있다. 또한 발효유, 치즈, 김치 등의 다양한 발효식품에도 많이 분포하고 있으며, 전통적으로 요구르트와 같은 발효유를 통해 유산균을 섭취해왔

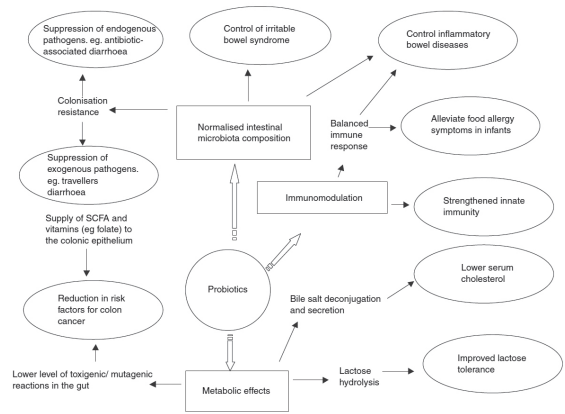


그림 1. 프로바이오틱스 섭취에 의한 다양한 건강증진효과(12)

다. 이러한 유산균 발효유의 건강증진효과가 알려진 것은 러시아의 생물학자 메치니코프 박사(Elie Metchnikoff, 1845-1916)가 발표한 “인간의 장수(The Prolongation of Life)”라는 논문에서 발칸지방에 장수자가 많은 원인은 이들이 유산균 발효유를 항상 먹기 때문이라고 주장하였다. 그 후 유산균의 다양한 연구들이 진행되어 장 건강 이외에, 유해균 증식억제, 혈중 콜레스테롤 감소, 항암, 그리고 면역증강 등의 건강증진효과들이 보고되었다(그림 1). 최근에는 유산균이 당뇨 및

표 1. 프로바이오틱 미생물의 종류

Lactobacillus	Bifidobacterium	Other lactic acid bacteria	Non-lactic acid bacteria
<i>L. acidophilus</i>	<i>B. adolescentis</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Bacillus cereus</i> var. <i>toyoi</i>
<i>L. amylovorus</i>	<i>B. animalis</i>	<i>Enterococcus faecium</i>	<i>Escherichia coli</i> Nissle 1917
<i>L. casei</i>	<i>B. bifidum</i>	<i>Lactococcus lactis</i>	<i>Propionibacterium freudenreichii</i>
<i>L. crispatus</i>	<i>B. breve</i>	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
<i>L. delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i>	<i>B. infantis</i>	<i>Pediococcus acidolactici</i>	<i>Saccharomyces boulardii</i>
<i>L. gallinarum</i>	<i>B. lactis</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>	
<i>L. gasseri</i>	<i>B. longum</i>	<i>Sporolactobacillus inulinus</i>	
<i>L. johnsonii</i>			
<i>L. paracasei</i>			
<i>L. plantarum</i>			
<i>L. reuteri</i>			
<i>L. rhamnosus</i>			



표 2. 사람의 위장관내 프로바이오틱 박테리아 및 미생물 분포(7)

Microbial group	Stomach 10 ¹ -10 ³ CFU · ml ⁻¹	Dodenum 10 ¹ -10 ⁴ CFU · ml ⁻¹	Jejunum+Ileum 10 ⁵ -10 ⁸ CFU · ml ⁻¹	Colon 10 ⁹ -5 · 10 ¹¹ CFU · ml ⁻¹
<i>Actinomyces</i> spp.			10 ⁴ -10 ⁶	
<i>Bacteroides-Prevotella-Porphyromonas</i>	up to 10 ²	ca. 10 ³	10 ⁴ -10 ⁷	10 ⁹ -10 ¹¹
<i>Bifidobacterium</i> spp.				10 ⁹ -10 ¹⁰
<i>Clostridium</i> spp.			10 ⁴ -10 ⁵	10 ⁸ -10 ⁹
<i>Coprococcus cutaactus</i>				10 ⁷ -10 ⁸
<i>Enterobacteriaceae</i>	up to 10 ²	10 ² -10 ⁴	10 ³ -10 ⁶	10 ⁵ -10 ⁷
<i>Enterococcus</i> spp.			10 ² -10 ⁴	10 ³ -10 ⁶
<i>Eubacterium</i> spp.				10 ⁹ -10 ¹¹
<i>Fusobacterium</i> spp.			10 ³ -10 ⁵	10 ⁵ -10 ⁷
<i>Lactobacillus</i> spp.	10 ¹ -10 ³	10 ² -10 ⁴	10 ⁴ -10 ⁶	10 ⁵ -10 ⁸
<i>Megamonas hypermegas</i>				10 ⁷ -10 ⁸
<i>Megasphaera elsdenii</i>				10 ⁷ -10 ⁸
<i>Methanobacteria</i>				up to 10 ⁹
<i>Peptostreptococcus</i> spp.			10 ² -10 ⁶	10 ⁸ -10 ⁹
<i>Proteus</i> spp.				10 ³ -10 ⁶
<i>Pseudomonas</i> spp.				>10 ³
<i>Staphylococci</i>				ca. 10 ³
<i>Streptococcus</i> spp.	10 ¹ -10 ³		10 ³ -10 ⁸	up to 10 ⁷
<i>Veillonella</i> spp.			10 ³ -10 ⁷	10 ⁵ -10 ⁸
Yeasts				ca. 10 ³

비만 등과 같은 대사성질환, 관절염, 아토피와 같은 자가면역질환의 예방 및 치료에도 도움을 준다는 연구결과들이 발표되어 유산균에 대한 관심은 최고조에 올라와 있는 상태이다.

인체에 유용한 작용을 하는 프로바이오틱 미생물은 표 1에서 보는 바와 같으며, 다양한 프로바이오틱 균주들 중에서 현재 유산균이 식품과 제약 시장에서 주종을 이루고 있다. 유산균이 프로바이오틱스의 주종을 이루는 이유는 전통적으로 발효 유제품 제조에 사용되어 왔으며, 장내 미생물 균총을 구성하는 유익한 미생물로서 'Generally Regarded As Safe(GRAS)'로 인정되어왔기 때문이다. 현재 미국, 유럽, 일본, 그리고 국내에서 프로바이오틱스로 사용되는 유산균은 *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, 그리

고 *Lactobacillus rhamnosus* 균주들이 다수를 차지하고 있으며, 이외에도 *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus johnsonii*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus salivarius*, *Bifidobacterium lactis*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium breve* 균주가 기능성 유산균으로 사용되고 있다.

3. 사람의 장내 세균총

사람의 장내에는 1조 이상의 세균이 존재하고 있다. 장내 세균 수는 사람 몸 세포보다 10배 많다. 장내 세균총은 *Firmicutes*, *Bacteroides*, *Proteobacteria*, *Fusobacteria*, *Verrucomicrobia*, *Cyanobacteria* 및 *Actinobacteria* 7개의 박테리아 문으로 구성되어있으며, *Firmicutes*와 *Bacteroides*가 가장 많이 분포하

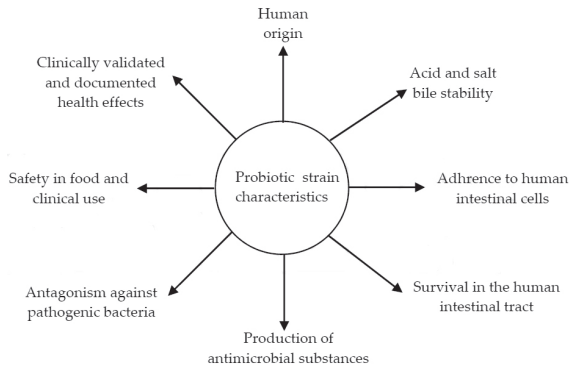


그림 2. 프로바이오틱 미생물 선발을 위한 이론적 기준(2)

고 있다. 장내 세균 군집은 장 환경(pH, transit time, bile acids, digestive enzymes, 그리고 mucus), 외부환경(nutrients 및 medication), 그리고 세균 요인(adhesion capacity, enzymes, 그리고 metabolic capacity)에 따라 정량적 그리고 정성적으로 변화한다.

일반적으로 사람은 무균상태로 태어난다고 알려져 있으나, 태어나기 전에 위장관에 세균이 정착해 있다는 시험결과들이 보고되고 있다. 태어난 후 호기성균과 통성 혐기성균이 정착한 후 *Bifidobacterium* 과 같은 절대 혐기성균들이 정착한다.

정상인의 위장관내에는 약 400여 종의 프로바이오틱 박테리아가 존재하면서 유해균의 증식을 억제하며 위장관의 건강에 도움을 주고 있다(표 2).

사람의 장뿐만 아니라 발효식품 및 다양한 환경에서 기능성 미생물을 분리하여 산업적으로 사용하기 위해 기능성 미생물, 특히 프로바이오틱스의 후보 균주로서 선발하기 위한 기준은 그림 2와 같다. 사람에게 사용할 프로바이오틱스는 일반적으로 사람의 장내에서 분리되고 사람의 위장관 환경에서 생존율이 높아야 하며, 안전성이 확보되어야 한다. 그 다음 섭취했을 때 정장작용, 유해균 억제, 그리고 면역조절 등의 다양한 건강증진효과를 나타낼 수 있어야 한다.

실제 산업현장에서 새로운 신규 미생물을 분리하여 *in vitro* 시험을 통한 1차 선발, 안전성 시험, *in vivo* 시험을 통한 2차 선발, 그리고 최종 인체

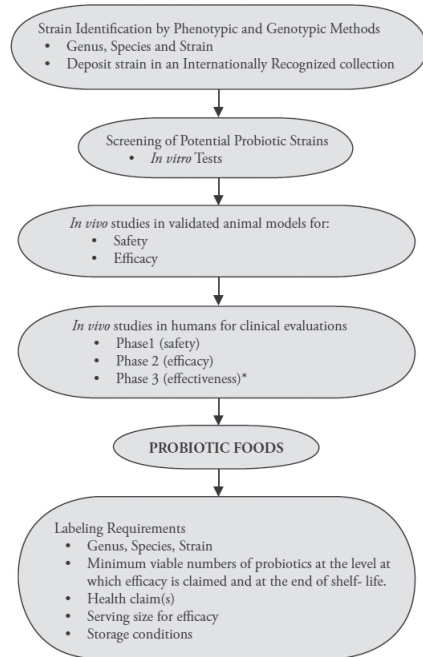


그림 3. 프로바이오틱스 후보균주 평가 가이드라인(5)

적용시험 등을 통해 최종 프로바이오틱스로 출시하기까지 다음과 같은 개발 flow 및 평가 가이드가 필요하다(그림 3).

- 속 (Genus), 종 (Species), 균주 (Strain) 동정 : FAO/WHO 가이드라인에 따르면 미생물을 종/균주 수준까지 동정하는 것이 필요한데, 이것은 프로바이오틱스 효과가 종 특이적이라는 것을 의미한다. 즉, 프로바이오틱스의 효과는 균주에 따라 차이가 있고, 박테리아의 명명을 위해 과학적으로 인정되는 이름을 사용하여야 하며, 국제적으로 공인된 culture collection에 기탁하여야 한다. 16S rRNA sequencing, DNA finger printing techniques like Ribotyping, 그리고 Pulsed Field Gel Electrophoresis(PFGE) 등의 방법을 이용하여 균주를 동정한다.
- *In vitro* 시험을 이용한 프로바이오틱스 후보 균주 선발 : 위산에 대한 저항성, 담즙산 저항성, 병원균

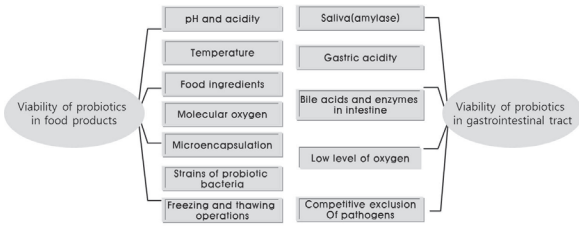


그림 4. 식품제조 공정과 위장관내에서 프로바이오틱스의 생존에 영향을 주는 요인들(10)

에 대한 항균활성 등

- *In vivo* 시험을 이용한 안전성
- *In vivo* 시험을 이용한 효능
- 인체적용 시험 : 무작위, 이중맹검, 위약대조 시험

프로바이오틱스의 생존율 및 대사활성은 식품 생산 단계부터 소비자 음용하기까지 식품의 모든 제조 공정에서 유지되어야 하며, 위장관내에서 생존해있어야 한다. 균주의 기능과 건강효과에 따라 프로바이오틱스의 양은 차이가 있지만, 최종 제품의 g당 10^6 - 10^7 CFU 수준이 가공식품에서 프로바이오틱스가 효과를 낼 수 있는 수이다.

4. 프로바이오틱스의 생존에 영향을 미치는 요인 및 선정 기준

프로바이오틱스 제품 제조 공정 및 저장 동안에 발생하는 많은 다양한 환경들은 프로바이오틱스의 생존 및 안정성에 영향을 준다. 특히, 프로바이

오틱스는 식품의 water activity, redox potential(산소 존재 유무), 온도 및 산도에 매우 민감하다(그림 4와 표 3). 식품에 사용하는 프로바이오틱스를 선발할 때 고려해야할 기술적인 사항들을 다음과 같다. 건조 공정은 프로바이오틱스의 생존을 저하에 가장 중요한 요인이다. 동결건조의 경우 동결 단계시 프로바이오틱스 세포에 스트레스를 유발하여 세포막의 지질 부분에 손상을 주게 된다. 비록 건조공정 동안 세포 불활성화에 대한 정확한 기전은 밝혀져 있지는 않지만 세포의 70~90% 차지하는 수분이 제거되는 건조공정은 프로바이오틱스 세포의 생존에 큰 물리적인 장애를 유발한다. 이러한 식품의 pH, 적정산도, 산소독성, 동결 및 낮은 온도, 그리고 저장온도에 대해 프로바이오틱스는 종(species) 및 균주(strain) 특이적인 특성을 나타낸다. 이외에도 프로바이오틱스 증식 및 생존에 적합한 배양배지 성분 및 동결 보호제 선정이 프로바이오틱스 균주의 생존에 크게 영향을 준다.

그 외에도 제품에서 적절한 관능적 특성(aroma, taste, texture, color), 단기 배양 균주, 낮은 생산단가 등이 고려되어야 한다. 건강에 대한 관심에 앞서, 소비자가 제품을 선택하는 기준이 관능적으로 우수한 식품을 선택하는 것이기 때문이다. 심지어 건강에 도움을 주는 기능성 소재라도 맛이 없으면 소비자들로부터 외면을 받기 때문에, 프로바이오틱스 건강기능식품을 만드는데 있어 기분 좋은 향과 맛을 내는 균주를 선정하는 것 또한 중요하다.

표 3. 프로바이오틱스 제조 및 적용 식품 제조에서 프로바이오틱스의 생존에 영향을 미치는 스트레스 요인(1)

Processing Step	Stress factor
Production of probiotic preparations	Presence of organic acids during cultivation Concentration-high osmotic pressure, low water activity, high concentration of particular ion Temperature freezing, vacuum and spray drying Prolonged storage oxygen exposure
Production of probiotic containing product	Nutrient depletion, strain antagonism, increased acidity, positive redox potential, presence of antimicrobial compounds(hydrogen peroxide and bacteriocin) storage temperature

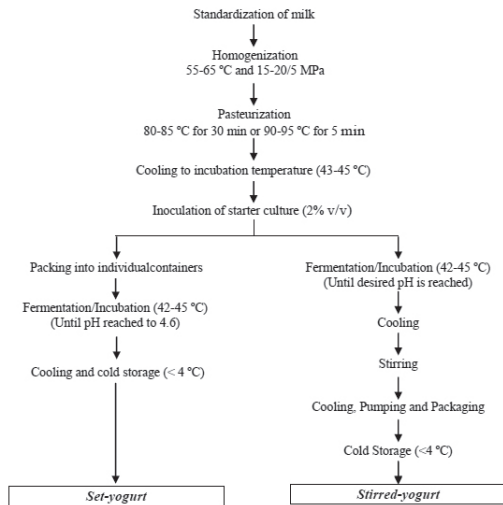


Figure 1: Manufacturing process of set- and stirred-yogurt (Adapted from Lee and Lucey, 2010) [13]

그림 5. Set-yogurt 및 Stirred-yogurt 제조 공정(14)

5. 프로바이오틱 요구르트(Probiotic Yogurt)

발효 유제품은 프로바이오틱스가 사람의 소화관으로 들어가서 위를 통과한 후 장에서의 생존 가능성을 높일 수 있는 가장 이상적인 프로바이오틱스 함유 식품이다. 전 세계적으로 가장 일반적인 프로바이오틱 유제품은 요구르트, 기타 발효 유제품, 유산균음료, 그리고 프로바이오틱스 발효 우유와 과일을 혼합한 음료가 있다.

요구르트에 프로바이오틱스를 첨가하는 것을 bio-yogurt라고 한다. 전통적인 요구르트 스타터 컬처인 *Streptococcus thermophilus*와 *Lactobacillus bulgaricus*에 살아있는 *Lactobacillus acidophilus*와 *Bifidobacterium* 속의 균주(AB cultures라고 함)를 첨가해서 만든다. 대부분의 프로바이오틱스는 발효공정 또는 요구르트의 관능적 특성에서 중요한 영향을 미치지 않는다. AB-yogurt의 제조는 프로바이오틱스 스타터 컬처를 접종하는 것을 제외하고는 기존의 전통 요구르트 제조 공정과 유사하다. 단백질 함량이 3.6~3.85%로 조정된 우유를 열처리 및 균질화한 후 45°C 또는 37°C에서 전통적인 요구르트 스타터 컬처를 접종한 다음 각

각 3.5 또는 9시간 동안 배양한다. 프로바이오틱스는 발효전에 전통 스타터 컬처와 함께 첨가하거나 발효 후 포장전 제품을 4°C로 냉각할 때 첨가한다(그림 5, Stirred-yogurt).

프로바이오틱스를 발효유에 적용하는 일반적인 방법

- 프로바이오틱스를 스타터 컬처(DVI culture)에 첨가하는 것
- 우유에 프로바이오틱스를 고농도로 배양하는 한편, 다른 배양기에서는 스타터를 배양한 다음 배양이 완료된 후 서로 혼합하는 것
- 프로바이오틱스를 스타터로 사용하는 것으로, 일반적인 스타터를 이용한 전통적인 배양공정보다 일반적으로 배양시간이 길어짐.

프로바이오틱스를 스타터로 사용할 때는 배양배지에 프로바이오틱스의 증식에 도움을 주는 성분을 첨가한다. *Ascorbic acid*의 첨가는 *L. acidophilus*의 증식에 도움을 주고, 유청단백질은 완충능력 개선 및 프로바이오틱스의 증식에도 도움을 준다. 그리고 요구르트에 fructooligosaccharides와 같은 프리바이오틱스(Prebiotics)를 첨가하면 프로바이오틱스의 증식 및 활성화에 도움을 준다(표 4).

최근에 Bio-yogurt의 소화 증진 및 건강 증진효과가 강조되면서, 프로바이오틱스 제품이 건강 증진 효과를 나타내기 위해서는 충분한 수의 프로바이오틱스가 제품내에 살아있어야 한다. 이러한 이유로 'Live 및 Active Culture'는 제조한 시점에서 요구르트에 존재하는 전통적인 요구르트 스타터 컬처와 프로바이오틱스 포함해서 살아있는 미생물을 언급할 때 적용되어왔다.

발효 유제품에서 프로바이오틱스의 생존율은 사용되는 균주, 제품내 중간 상호작용, 배양조건, 발효 배지의 화학적 조성(예, 탄수화물 종류), 최종 산도, 유고형분 함량, 영양소 유효성, 증식인자 및 억제인자, 당 함량(삼투압), 용존 산소, 균



표 4. 프로바이오틱스 증식에 도움이 되는 프리바이오틱스(3)

Prebiotics	Probiotics
Fructooligosaccharide	<i>L. plantarum</i> , <i>L. rhamnosus</i> , Streptococci
Galactooligosaccharide	<i>B. lactis</i> , <i>L. rhamnosus</i> , <i>B. adolescentis</i>
Xylooligosaccharide, Lactulose	Bifidobacteria
Inulin	Larger total bacterial counts
Soybean oligosaccharide Isomaltoligosaccharides Raffinose Stachyose Oligomate Palatinose Pyrodextrin Raftiline Guar lactosucrose Lactitol	Bifidobacteria and <i>Lactobacillus</i>
Pectic oligosaccharide Gentiooligosaccharides	<i>Lactobacillus</i>
Plant cell wall polysaccharides (from soybean and sugar beet) - Arabinogalactooligosaccharides - Arabinoooligosaccharides - Rhamnogalactouronooligosaccharides - Soyoligosaccharides	<i>Lactobacillus</i>
Extra cellular laevans (from <i>L. sanfranciscensis</i> & <i>Erwinia herbiola</i>) - Extra cellular polysaccharide - Commercial laevan	<i>Lactobacillus</i>

주 접종 양, 배양온도, 발효시간, 저장온도 등과 같은 다양한 요인들에 의해 좌우된다.

6. 프로바이오틱 치즈(Probiotic Cheese)

요구르트와 발효유 드링크가 프로바이오틱 유제품의 대부분을 차지하고 있지만 치즈와 비교하

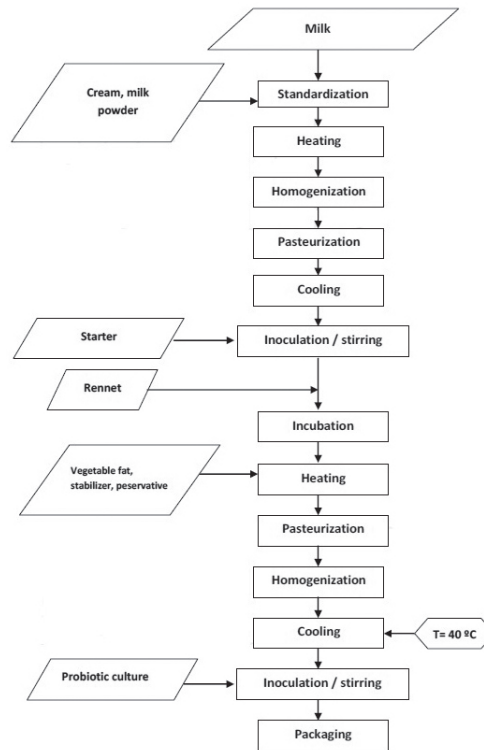


그림 6. 프로바이오틱스를 이용한 philadelphia type cheese 제조 공정 (4)

여 제품의 유통기한에 제한이 있다. 치즈에 프로바이오틱스를 적용하면 건강뿐만 아니라 치즈 제품의 품질 또한 개선시킨다. 치즈는 특유의 화학적 및 물리적인 특성을 갖고 있어 프로바이오틱스를 사람의 장까지 전달하는데 있어 강한 잠재력을 갖고 있다. 치즈는 요구르트보다 더 높은 pH, 낮은 적정산도, 높은 완충능력, 높은 고형분 농도, 상대적으로 높은 지방함량, 더 높은 영양소 유효성, 그리고 낮은 산소 함량을 갖고 있다. 이러한 특성들은 프로바이오틱스가 저장 및 위장관을 통과하는 동안 프로바이오틱스를 보호하는 작용을 한다.

그러나 프로바이오틱스를 적용하는데 있어 낮은 수분함량, 염, 스타터 컬처와 영양소 경쟁, 숙성과 정중 생성되는 산과 풍미 등의 치즈 특성에 대해 고려해야 하고, 프로바이오틱스는 치즈의 전체 유통기한내에 생존해 있어야 하며, 치즈의 품질과 스타

표 5. 유제품 및 분말제품에 사용되는 프로바이오틱 균주(15)

Strain(alternative designations)	Brand name	Producer
<i>Bifidobacterium animalis</i> DN 173 010	Activia	Danone/Dannon
<i>Bifidobacterium animalis</i> subsp. <i>lactis</i> Bb-12		Chr. Hansen
<i>Bifidobacterium breve</i> Yakult	Bifiene	Yakult
<i>Bifidobacterium infantis</i> 35624	Align	Procter & Gamble
<i>Bifidobacterium lactis</i> HN019 (DR10)	Howaru Bifido	Danisco
<i>Bifidobacterium longum</i> BB536		Morinaga Milk Industry
<i>Enterococcus</i> LAB SF 68	Bioflorin	Cerbios-Pharma
<i>Escherichia coli</i> Nissle 1917	Mutaflor	Ardeypharm
<i>Lactobacillus acidophilus</i> LA-5		Chr. Hansen
<i>Lactobacillus acidophilus</i> NCFM		Danisco
<i>Lactobacillus casei</i> DN-114 001	Actimel, DanActive	Danone/Dannon
<i>Lactobacillus casei</i> CRL431		Chr. Hansen
<i>Lactobacillus casei</i> F19	Cultura	Arla Foods
<i>Lactobacillus casei</i> Shirota	Yakult	Yakult
<i>Lactobacillus johnsonii</i> La1 (Lj1)	LC1	Nestlé
<i>Lactococcus lactis</i> L1A	Norrmeyerier	
<i>Lactobacillus plantarum</i> 299V	GoodBelly, ProViva	NextFoods Probi
<i>Lactobacillus reuteri</i> DSM 17938	<i>L. reuteri</i> Protectis	BioGaia
<i>Lactobacillus rhamnosus</i> ATCC 53013 (LGG)	Vifit and others	Valio
<i>Lactobacillus rhamnosus</i> LB21	Verum	Norrmeyerier
<i>Lactobacillus salivarius</i> UCC118		
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (<i>bouardii</i>) Iyo	DiarSafe, Ultralevure, etc.	Wren Laboratories, Biocodex, etc.
<i>Lactobacillus acidophilus</i> CL1285 & <i>Lactobacillus casei</i> Lbc80r	Bio K+	Bio K+ International
<i>Lactobacillus rhamnosus</i> GR-1 & <i>Lactobacillus reuteri</i> RC-14	FemDophilus	Chr. Hansen
VSL#3 (mixture of one strain of <i>Streptococcus thermophilus</i> , four <i>Lactobacillus</i> spp., & three <i>Bifidobacterium</i> spp. strains)	VSL#3	Sigma-Tau Pharmaceuticals, Inc.
<i>Lactobacillus acidophilus</i> CUL60 & <i>Bifidobacterium bifidum</i> CUL 20		
<i>Lactobacillus helveticus</i> R0052 & <i>Lactobacillus rhamnosus</i> R0011	A'Biotica and others	Institut Rosell
<i>Bacillus clausii</i> strains O/C, NR, SIN, and T	Enterogermina	Sanofi-Aventis

터 컬처의 활성화에 영향을 주는 대사산물을 생산하지 않아야 한다. 또한 스타터 컬처의 배지(유청 기반의 파지 억제 배지)에서 증식할 수 있어야 한다.

7. 프로바이오틱 아이스크림(Probiotic Ice Cream)

아이스크림과 냉동 유제품 디저트 또한 프로바

이오틱스와 잘 어울리는 유제품이다. 아이스크림 matrix는 우유 단백질, 지방, 그리고 유당 등을 포함하는 성분들을 갖고 있기 때문에 프로바이오틱스를 함유하기 위한 좋은 식품이다. 더욱이 이 제품들은 저온에서 저장하고 프로바이오틱스 생존에 해로운 온도에 노출되지 않는 장점이 있다. 또한 모든 연령층에서 소비되며, 프로바이오

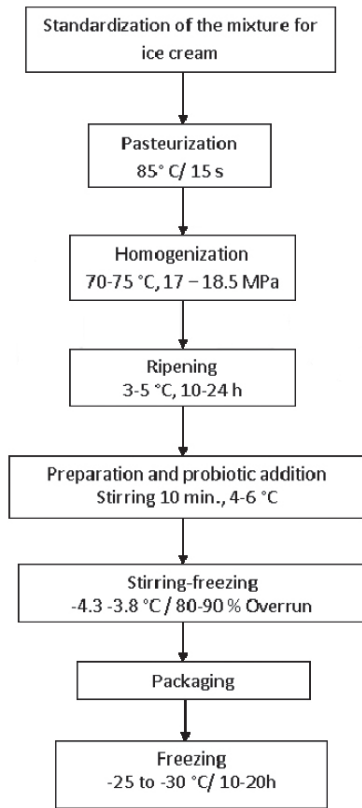


그림 7. 프로바이오틱스를 이용한 아이스크림 제조 공정(4)

틱스 증식에 필요한 성분뿐만 아니라 유단백질, 지방, 그리고 유당으로 구성되어 있다. 그러나 일부 프로바이오틱 종들은 아이스크림 제조과정과 냉동중에 생존율이 떨어지는 경향이 있다. 몇몇 프리바이오틱스가 프로바이오틱 아이스크림의 특성을 개선하는데 사용되는데, inulin은 아이스크림의 firmness, melting properties, 그리고 dripping time을 개선하는데 도움을 준다. 또한 *L. acidophilus*와 *B. lactis*의 생존율을 높이는데도 도움을 준다. 이외에도 oligofructose도 *L. acidophilus*와 *B. lactis*의 생존율을 증가시킨다. 그러나 아이스크림 제조 공정중에 공기(overrun)를 주입하는데, 이것은 *Lactobacillus* sp.와 *Bifidobacterium* sp.와 같은 microaerophilic 및 anaerobic 프로바이오틱스에 해롭기 때문에 프로바이오틱 아이스크

림을 제조하는 데 있어 중요한 것은 산소에 대한 저항성을 갖는 균주를 선발하는 것이다. 이러한 난점을 해결하는데 있어 microencapsulation 기술이 사용되고 있다.

8. 프로바이오틱스의 캡슐화(Encapsulation)

캡슐화(encapsulation)는 유효성분을 다른 성분으로 감싸주는 공정으로 감싸주는 물질을 보통 coating, membrane, shell, capsule, carrier material, external phase 또는 matrix라고 한다. Encapsulating matrix 또는 membrane 내에 세포를 감싸고 있는 microencapsulation은 프로바이오틱스의 생존율을 높이고, 장내에서 세포의 노출을 조절할 수 있음으로서 프로바이오틱스를 보호하는 방법으로 각광받고 있다. 특히 프로바이오틱스 제조공정과 저장 동안 프로바이오틱스를 보호하는 가장 효과적인 방법으로 알려져 있다. 또한 control-release ability는 프로바이오틱스를 타겟 위치에 도달해서 원하는 시간에 노출될 수 있도록 할 수 있다. 캡슐화의 이점은 외부 열악한 환경으로부터 프로바이오틱스를 보호할 수 있는 것이다. 프로바이오틱스는 식품의 제조공정 및 저장중에 높은 온도, 낮은 pH, 높은 삼투압, 그리고 높은 산소포화도에 노출된다. 그리고 위산과 장내 담즙 또한 프로바이오틱스의 생존율에 영향을 미친다. 이러한 미세 캡슐은 bacteriophage, 동결 및 위내 환경과 같은 거친 외부환경으로부터 프로바이오틱스를 보호할 뿐만 아니라 프로바이오틱스에게 혐기적 환경을 제공한다.

9. 결론

Probiotics는 살아있는 미생물로서 섭취했을 때 숙주에게 건강증진효과를 나타내는 미생물이다. 식품 및 제약에서 가장 많이 사용되는 probiotics로는 *Lactobacillus*와 *Bifidobacterium* 균주가 있다. 이 유산균들은 장내 정상균총의 유지, 설사 예방

Figure 1. Diagram of the encapsulation process of probiotics by extrusion technique (a) and by emulsification technique (b).

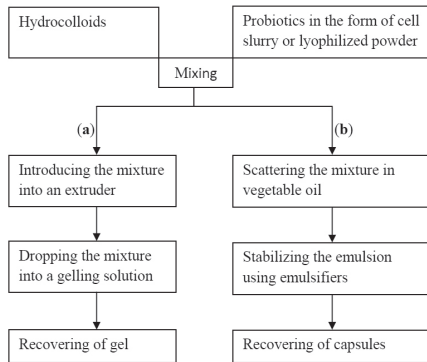


그림 8. Extrusion technique(a) 과 emulsification technique(b)에 의한 프로바이오틱스의 encapsulation(6)

및 개선, 항암, 항대장염, 면역조절, 항고지혈, 항당뇨 효과 등 많은 건강증진 효과를 나타낸다. 최근에 장내 미생물이 에너지 대사, 특히 지방 대사에 영향을 주어 체중을 조절하는데 있어 중요한 역할을 한다는 것이 알려졌다. 사람의 장내에는 유익균인 다양한 종류의 유산균들이 존재하는데, 이 유산균들은 프로바이오틱스 후보균주로서 갖추어야 할 기본적인 특성, 안전성 시험, 다양한 *in vitro* 시험 및 *in vivo* 시험, 그리고 인체 적용시험을 통해 프로바이오틱스 균주로서 개발될 수 있다. 이러한 프로바이오틱스 균주들은 유제품 및 비 유제품 등의 다양한 식품형태, 그리고 액상, 캡슐, 분말 등의 제형으로 개발되어 전 세계적으로 판매되고 있다. 그중에서도 프로바이오틱스를 가장 효과적으로 소비자에게 전달할 수 있는 식품은 요구르트, 치즈, 아이스 크림 등의 유제품이다. 이들 유제품은 소비자의 높은 기호성 이외에도 유제품에 있는 우유성분, 발효과정중에 생성되는 다양한 대사물질들, 그리고 프리바이오틱스들이 식품제조 공정 중 또는 저장중의 열악한 환경으로부터 프로바이오틱스를 보호하는 역할을 해주고 있어, 가장 이상적인 프로바이오틱스 전달 식품이라고 할 수 있다.

참고문헌

1. Adam JK, Odhav B, Naidu KSB. Probiotics: Recent understandings and biomedical applications. *Curr. Trend. Biotechnol. Pharm.* 6: 1-14 (2012)
2. Araújo EA, Dos Santos Pires AC, Pinto MS, Jan G, de Carvalho AF. Probiotics in dairy fermented products. <http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/39619.pdf> (2012)
3. Bansal T, Garg S. Probiotics: from functional foods to pharmaceutical products. *Curr. Pharm. Biotechnol.* 9: 267-287 (2008)
4. Boza-Méndez E, López-Calvo R, Cortés-Muñoz M. Innovative dairy products development using probiotics: challenges and limitations. <http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/39604.pdf> (2012)
5. Ganguly NK, Bhattacharya SK, Sesikeran B, Nair GB, Ramakrishna BS, Sachdev HPS, Batish VK, Kanagasabapathy AS, Muthuswamy V, Kathuria SC, Katoch VM, Satyanarayana K, Toteja GS, Rahi M, Rao S, Bhan MK, Kapur R, Hemalatha R. ICMR-DBT Guidelines for evaluation of probiotics in food. *Indian J. Med. Res.* 134: 22-25 (2011)
6. Gbassi GK, Vandamme T. Probiotic encapsulation technology: from microencapsulation to release into the gut. *Pharmaceutics* 4: 149-163 (2012)
7. Goktepe I, Juneja VK, Ahmedna M. Probiotics in food safety and human health. Taylor and Francis, NW. (2006)
8. Homayouni A, Alizadeh M, Alikhah H, Zijah V. Functional dairy probiotic food development: trends, concepts, and products. <http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/39642.pdf> (2011)
9. Lourens-Hattingh A, Viljoen BC. Yogurt as probiotic carrier food. *Int. Dairy J.* 11: 1-17 (2001)
10. Mortazavian AM, Mohammadi R, Sohrabvandi S. Delivery of probiotic microorganisms into gastrointestinal tract by food products. <http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/35446.pdf> (2012)
11. Ozyurt VH, Ötles S. PROPERTIES of probiotics and encapsulated probiotics in food. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.* 13: 413-424 (2014)
12. Parvez S, Malik KA, Kang SA, Kim HY. Probiotics and their fermented food products are beneficial for health. *J. Appl. Microbiol.* 100: 1171-1185 (2006)
13. Prakash S, Rodes L, Coussa-Charley M, Tomaro-Duchesneau C. Gut microbiota: next frontier in understanding human health and development of biotherapeutics. *Biologics* 5: 71-86 (2011)
14. Weerathilake WADV, Rasika DMD, Ruwanmali JKU, Munasinghe MADD. The evolution, processing, varieties and health benefits of yogurt. *Int. J. Sci. Res. Pub.* 4: 1-10 (2014)
15. World Gastroenterology Organisation Practice Guideline. Probiotics and prebiotics. <http://doctor-ru.org/main/1100/1105.pdf> (2011)