



Probiotics를 이용한 새로운 건강 증진 기능성 유제품 개발에 관한 연구: 총설

†김동현¹ · †천정환^{1,2} · †김현숙³ · †김홍석¹ · 송광영^{1*} · 김수기² · 정동관⁴ · †서건호¹

¹건국대학교 수의과대학 및 KU 식품안전연구소, ²건국대학교 동물생명과학대학 동물자원학과

³건국대학교 수의과대학 수의생리학전공, ⁴고신대학교 자연과학대학 식품영양학과

Development of New Functional Dairy Products Containing Probiotics for Improving Human Health: A Review

†Dong-Hyeon Kim¹, †Jung-Whan Chon^{1,2}, †Hyun-Sook Kim³, †Hong-Seok Kim¹,
Kwang-Young Song^{1*}, Soo-Ki Kim², Dong-Gwan Jeong⁴ and †Kun-Ho Seo¹

¹KU Center for Food Safety and College of Veterinary Medicine, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

²Dept. of Animal Science & Technology, College of Animal Bioscience & Technology,
Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

³Dept. of Veterinary Physiology, College of Veterinary Medicine, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

⁴Dept. of Food & Nutrition, College of Natural Science, Kosin University, Busan 606-701, Korea

Abstract

Recently, much attention has been paid to the development of a value-added food category containing probiotics so as to improve human health and prevent diseases. Among various foods, the health benefits of milk and dairy products are known to humanity, and could be attributed to the bioactive components present in milk. In fermented milk products, the health benefits could be due to suitable modulation activities produced by the action of probiotic bacteria. Besides the modification of various milk components, probiotics might also act directly as preventive and therapeutic agents against some severe diseases. Probiotics promote health via their positive effects on the immune response, stimulation of natural immunity, and modulation of the production of antimicrobial peptides, cytokines, and so on. Whey proteins, a byproduct of cheese production could also have anticarcinogenic, immunostimulatory, antimicrobial, and health-promoting activities such as improving insulin sensitivity and reducing fat deposition. Therefore, milk and dairy products containing probiotics could provide various opportunities in the field of functional foods. Additionally, these functional foods may be important in the human diet and may help improve human health and prevent diseases.

Keywords: functional foods, milk, dairy, health, probiotic

서 론

식품에 함유되어 있는 생물학적으로 활성화된 성분이 건강에 주는 영향에 대해 연구가 최근 많이 진행되고 있다 (Homayouni *et al.*, 2012). 식품에 함유된 성분이 건강에 주

[†] These authors contributed equally to this study.

* Corresponding author: Kwang-Young Song, KU Center for Food Safety and College of Veterinary Medicine, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea. Tel: +82-2-450-4121, Fax: +82-2-3436-4128, E-mail: drkysong@gmail.com

는 영향에 대한 소비자의 관심이 증가함에 따라 영양 성분을 제공하고, 치료 효과를 가지고 있는 기능성 식품이라는 새로운 종류의 식품이 개발되고 있다. 특히 최근 들어 개발된 다양한 종류의 기능성 식품인 probiotic 식품, prebiotic 식품, synbiotic 식품, 산화방지제, 이소플라본, 식물성 스테롤, 안토시아닌, 저지방, 저당, 저염 등의 특정 물질을 함유한 식품 등이 전 세계적으로 판매되고 있다(Mirzaei *et al.*, 2012). 여러 종류의 기능성 식품 중에서도 probiotic 기능성 식품이 인체의 건강에 주는 효과는 상당히 크며, 따라서 이 식품의 판매량은 매년 증가하고 있는 경향을 보이고 있다. Probiotic 기능성 식품을 유제품과 비유제품으로 나눌 수 있으며, 일반적으로 probiotic 박테리아는 유제품, 발효된 유제품의 생물적으로 활성화된 화합물 등의 물질에 존재한다(Ejtahed *et al.*, 2012). Probiotic 박테리아의 주요 효능은 유당불내증을 예방하기 때문에 다양한 probiotic 식품의 개발에 중점을 두고 있지만, 해결해야 되는 여러 가지 문제점들이 존재하고 있다. 따라서 본 총설 논문에서는 probiotic 이 함유된 유제품을 중심으로 설명하고, 여기에 관련해서 다양한 기능성 낙농식품과 건강 증진 식품의 개발에 대한 개요를 설명하고자 한다. 또한 본 총설논문의 모든 자료들은 이미 발표된 다양한 문헌 등을 정리하여 서술하였다.

Probiotic의 이용가능성

Probiotic이 유아에게 미치는 영향에 대한 논문은 통제된 상황에서 무작위로 진행된 다수의 임상치료를 대한 결과 또는 메타분석을 바탕으로 작성되어지고 있다. 따라서 이런 실험 결과들은 각 연구들의 이질성으로 인해 결과를 해석 또는 하나의 결론을 끌어내기가 쉽지는 않지만, 병리학적인 관점에서는 probiotic이 가지고 있는 임상적 효과에 대한 매우 중요한 결론을 도출해 낼 수 있었다. 많은 실험들이 급성 설사증, 항생물질관련설사, NEC, 알레르기 등의 질환에 대한 probiotic의 예방효과를 입증하고 있다. 예를 들면, *L.GG*를 50명의 유아에게 6주 동안 투여함으로써 *L.GG*가 복통 치료는 할 수 없지만, 이 질병의 발생률을 낮출 수 있다는 것을 나타냈으며, IBS 환자를 대상으로 진행된 실험에서는 복통 증상을 개선시킬 수 있는 *L. acidophilus*의 효능을 보였다(Bausserman and Michail, 2005). 그 외에도 VLS#3 probiotic 혼합물이 복부팽창 증상을 감소시키고, *L. plantarum*과 *B. breve*의 혼합물이 통증 감도를 감소시키는 현상을 발견할 수 있었다(Saggiaro, 2004). 설사, 변비, IBS-A 등의 질환을 앓고 있는 IBS 환자들에게 *L. acidophilus*와 *B. infantis*의 혼합물 또는 이 혼합물을 ciprofloxacin과 함께 각각 4주, 1주 동안 투여한 결과, 2가지 방법 모두 IBS 환자들의 질병

을 개선시키고, 증상을 감소시켰다(Faber, 2000). 이와 같은 여러 연구들을 통해 여러 유형의 probiotic이 IBS에 효과적인 것을 알 수 있지만, 추가적인 연구가 더 진행되어야 할 것이다. 아토피 습진을 가지고 태어날 가능성이 높은 유아가 태어난 후 2년 동안 prebiotic과 probiotic을 함유한 식품 보충제를 섭취할 경우, 이 질환을 예방할 수 있다고 보고하였다. 임신부들에게 임신 후반 또는 출산 후 6개월 동안 probiotic이 함유된 식품을 섭취할 것을 권하고 있다. 산모가 모유 수유를 할 수 없을 경우, probiotic 또는 prebiotic을 함유한 식품보충제로 대체할 수 있으며, 이 식품에 대한 부작용은 아직까지 보고된 바가 없으며, 신생아(특히, 제왕절개로 태어난 신생아)의 아토피성 습진 발생을 예방할 수 있다고 보고하였다. 아토피성 습진에 대한 probiotic의 효과는 IgE 과민성이 있는 생후 18개월 유아에게 효과적이다.

또한 최근에 진행된 실험 결과에 의하면 특정 내장 박테리아, 특히 *Lactobacillus* 종과 *Bifidobacterium* 종은 *Streptococci*와 *Candida* 종을 억제함으로써 구강에 좋은 영향을 준다고 보고되었다. Probiotic 유산균은 유기산, 과산화수소, 과산화탄소, 디아세틸, 저분자 항균 물질, 박테리오신, 유착 억제제 등 다양한 항균 물질을 생산하지만, 구강 내에서 이 균들의 활동에 대한 자료는 아직까지 부족하며, 구강에 형성되는 probiotic의 균체 및 이 균들이 세균막에 주는 효과에 대한 더 많은 연구가 필요한 실정이다. 위장관 내에서 probiotic의 활동기전이 구강 내에서 이 균들의 활동기전과 유사할 것이라고 추측하고 있다. 항미생물제 내성이 국제적인 문제로 확산되면서 probiotic 치료는 흥미로운 주제로 인식되고 있으며, 구강의학과 치과학과 같은 학문은 계속해서 더 연구가 절실히 요구되어지고 있다(Meurman, 2005).

사람의 장에는 성인 인체를 구성하고 있는 세포의 10배 이상의 미생물이 서식하고 있다(Mountzouris and Gibson, 2003). 인체에 서식하는 이로운 미생물과 해로운 미생물의 비율이 사람의 건강에 주는 영향은 크며, 사람의 장에 서식하는 미생물의 수는 건강을 진단하는데 사용된다. 장에 서식하는 미생물의 수는 probiotic을 함유한 식품(특히, 아이스크림과 치즈)을 꾸준히 섭취함으로써 유지할 수 있다(Homayouni *et al.*, 2012). 유제품은 식품 중에서도 주요한 부분을 차지하고, 인체 건강에 큰 영향을 주며, 발효된 유제품은 오랜 시간 동안 치료 및 건강 관리 목적으로 섭취되어 왔다. 장내의 probiotic 세포의 수를 유지하는 또 하나의 방법은 prebiotic을 함유한 식품을 주기적으로 섭취하는 것이다. 왜냐하면 probiotic과 prebiotic의 수치는 장관의 윗부분을 통과할 때 영향을 받지 않는 것으로 알려져 있기 때문이다(Homayouni, 2008).

식품의 주요 역할은 인체가 대사활동을 할 수 있도록 충

분한 양의 영양물질을 공급하고, 소비자에게 만족감을 주는 것이다. 하지만 그 외에도 식품은 여러 가지 생리적 기능을 하며, 몇몇 질병을 예방하거나 또는 악화시키기도 한다(Homayouni, 2008). 기능성 식품은 건강을 증진시키고, 질병의 위험성을 낮추기 위한 목적으로 개발되었다. “기능성 식품”이란 영양물질과 치료효과를 가진 특별한 식품을 일컫는다(Homayouni, 2008). 최근 들어 개발된 광범위한 기능성 식품들이 개발되고 시판되고 있다(Ejtahed *et al.*, 2011; 2012). 여러 종류의 기능성 식품 중에서도 probiotic 기능성 식품이 인체의 건강에 주는 효과는 상당히 크다. Probiotic 식품을 예로 들면 probiotic 아이스크림, 냉동된 유제품 디저트, probiotic 치즈, 바이오 요구르트, 드링크 요구르트, 커피어, 냉동 건조 요구르트, 분무 건조 우유 가루 등이 있다. 적절한 양의 probiotic은 인체의 건강을 증진시킨다(Homayouni *et al.*, 2012; Mirzaei *et al.*, 2012). 최근 몇 년간 probiotic 박테리아를 부가물로서 유제품에 첨가되고 있다. *Lactobacillus*와 *Bifidobacterium*은 발효 유제품 및 비발효 유제품 생산 과정에 가장 흔히 사용되는 probiotic 박테리아 세포이다(Homayouni, 2009).

장에 서식하는 미생물의 수를 조절하는 가장 이상적인 방법은 probiotic 박테리아가 함유된 유제품을 섭취하는 것이다. 이 식품 생산에 사용되는 유제품은 probiotic 박테리아를 함유할 수 있는 조건을 갖추고 동시에 건강을 증진시키는 효능을 가지고 있어야 한다(Homayouni *et al.*, 2012). 또한 이 식품에 첨가되는 박테리아는 prebiotic을 발효하고, 위장관에서 생존하며, 활성지역에서 대량으로 증식하며, 인체에 좋은 영향을 주는 능력을 가지고 있어야 한다. 인체 내에서 균주가 생존하기 위해서는 산성 조건(위의 pH: 1~4), 알칼리성 조건(담즙산염), 창자에서 생산되는 효소, 소화과정 중 생산되는 독성 대사물 등에 대한 저항력이 있어야 한다. 예를 들어, 오래 전부터 요구르트 생산의 균주로 사용된 *Lactobacillus bulgaricus*와 *Streptococcus thermophilus*는 원래 장내에 공생하는 생물이 아니며, 담즙산에 대한 내성이 없기 때문에 probiotic로 사용할 수 없다. Probiotic을 함유하는 유제품의 pH는 중성이어야 하며, 고형물 총량이 높아야 하고, 산소가 없어야 하며, 주위 환경 온도와 비슷해야 한다(Homayouhom *et al.*, 2008). 많은 유제품들(예: 생우유, 발효된 우유, 낙농음료, 아이스크림, 유제품 디저트, 치즈, Cottage 치즈, 분유 등)이 probiotic 박테리아를 인체 내로 이동시키는 매개체로써 섭취되고 있다. 그 예로 *Bifido*를 함유한 80여 개의 제품이 세계 시장에서 판매되고 있다. Probiotic에 대한 관심이 증가하면서 다양한 유형의 기능성 식품이 probiotic 기능성 식품의 모델로 제안되고 있다. 기능성 식품 개발은 식품 디자인의 핵심 연구이며, 산업 및

과학 분야에 있어서 또 하나의 새로운 도전이기도 하다.

Probiotic 낙농식품

위에서 언급했듯이, 유제품 기능성 식품은 평균 이상 수치의 영양물질을 함유하고 있으므로 생리적으로 좋은 영향을 준다. 우유에는 오메가-3, 식물성 스테롤, 아이소플라빈, CLA(conjugated linoleic acid), 무기물, 비타민 등의 물질이 함유되어 있기 때문에, 기능성 식품으로 개발될 가능성이 높다. 아이스크림, 치즈, 요구르트, acidophilus-bifidus-우유, Ayran, 커피어, 쿠미스, 도그(Dough) 등 probiotic을 함유한 유제품과 유제품 음료는 오랜 시간 동안 인체 내로 probiotic을 이동시키는 매개체로 사용되어왔다. 발효과정 중 자연히 생산되는 산(예: 유산, 아세트산, 시트르산)은 주로 유기산으로 사용되어 식품의 관능성 특성을 강화시키며, 안정성을 확보한다. 유산균은 다른 병원균 및 부패균에 비해 산성 및 유기산에 뛰어난 내성을 가지고 있다.

1. Probiotic 우유

*Lactobacillus acidophilus*는 산성 환경을 좋아하는 미생물로, 우유 내에서 성장 속도가 느리다. 따라서 acidophilus 우유 생산에 사용되는 mother culture를 매일 새로 접종해야만 활력을 유지할 수 있다. Probiotic 우유는 액체 형태로 시장에 판매된다. 발효과정 중, 우유의 pH는 종종 *Lactobacillus acidophilus*(5.5~6.0)의 최적 pH에서 약간 벗어나며, 이로 인해 박테리아의 수가 줄어들게 된다. 전통적인 acidophilus milk는 생산과정 중 우유는 95°C에서 1시간 동안 또는 125°C에서 15분 동안 열처리된다(Vedamuthu, 2006). 이러한 고온처리는 변성 단백질과 방출한 펩티드의 생산을 유도하여 *Lactobacillus acidophilus*의 성장을 자극한다. 고온 처리된 우유는 37°C까지 냉각되며, 포자가 자라도록 이 온도에서 3~4시간 동안 보관된다. 그 후, 우유는 모든 영양세포를 제거하기 위해 다시 한 번 살균된다. 탈지유를 사용하지 않는 열처리된 우유는 균질화되며, 접종 온도인 37°C까지 냉각시킨다. 활력을 가진 *Lactobacillus acidophilus*는 bulk로 대량 배양에 첨가된다. 접종 수준은 2~5%이며, 접종된 우유는 알코올 없이 pH 수치가 5.5~6.0될 때까지 또는 유산이 1.0%가 될 때까지 발효된다(Surono and Hosono, 2002). 발효과정은 비활성 조건에서 18~24시간 정도 소요된다. 발효 후, 생존한 *Lactobacillus acidophilus* 군집의 수는 $2\sim3\times 10^9$ cfu/mL이지만, 이 수치는 소비시간까지 감소된다. 배양기간이 연장될 경우, *Lactobacillus acidophilus*의 수가 감소할 수 있다. 이 문제를 해결하기 위해 *Lactobacillus acidophilus* 배양균의 25%가 *Streptococcus thermophilus*와 *Lactobacillus*

delbrueckii subsp. *bulgaricus*의 혼합물로 대체될 수 있다. 발효 후, 교반 전 따뜻한 제품은 빠르게 <math><7^{\circ}\text{C}</math>까지 냉각된다 (Vedamuthu, 2006). 그 후에 용기(병이나 carton)에 채워진다. 발효된 우유와 발효되지 않은 우유의 단백질 영양가와 총아미노산 함량은 비슷하다. *Acidophilus* 우유는 일반 우유보다 높은 수치의 유리 아미노산을 함유하고 있다. 우유의 유당이 β -갈락토시다아제에 의해 가수분해되면서 유당 불내증을 앓고 있는 사람들도 아시도필러스 우유를 섭취할 수 있다. 또한 *acidophilus* 우유를 칼슘, 철, 비타민 등의 물질로 강화할 수 있다. 특히 원하지 않는 우유의 쓴 맛은 우유의 판매량을 저하시킬 수 있기 때문에, 달콤한 *acidophilus* 우유가 개발되기도 하였다. *Lactobacillus acidophilus*는 저온(<math><10^{\circ}\text{C}</math>)에서 성장하지 않기 때문에, 이 박테리아들이 살균된 우유에 5°C 에서 접종된 후, 무균 병에 담겼을 때, 이 박테리아들은 우유의 pH를 저하시키지 않고, 14일 동안 생존할 수 있었다. 냉동 건조 배양균은 달콤한 *acidophilus* 우유에 접종된 지 23일 후에 4°C 에서 58%까지 생존을 유지할 수 있다. 달콤한 우유에 함유된 *Lactobacillus acidophilus*는 7°C 에서 28일 동안 생존했다. 200 g의 냉동 배양균을 2,000 L의 살균된 우유에 첨가할 경우, 충분한 수치의 *Lactobacillus acidophilus*를 probiotic 우유에 유지할 수 있다(Vedamuthu, 2006).

Bifidus 우유와 *acidophilus*-bifidus 우유 제조 기술은 *acidophilus* 우유 제조 기술과 비슷하다. 두 제품의 제조에 사용되는 우유는 원하는 단백질과 지방 수치에 표준화되어 있다. 그 후, bifidus 우유를 제조하기 위해서 우유는 $80\sim 120^{\circ}\text{C}$ 에서 5~30분 동안 열처리 되고, 37°C 까지 냉각된다. 열처리된 우유는 10% 수치의 *Bifidobacterium bifidum*과 *Bifidobacterium longum* 냉동 배양균으로 접종된 후에 pH 4.5가 될 때까지 발효시킨다. 발효과정 후, 제품은 $<10^{\circ}\text{C}</math>까지 냉각되어 포장된다. 최종 제품은 약간의 산성 맛을 띠며, 유산과 초산의 비율은 2:3이다. *Acidophilus*-bifidus 우유 생산에 사용되는 우유는 보통 지방 표준화 및 균질화 전에 단백질로 강화한다. 표준화된 우유는 75°C 에서 15초간 또는 85°C 에서 30분간 열처리된다. 우유를 37°C 로 냉각시킨 후, *Lactobacillus acidophilus*와 *Bifidobacterium bifidum* 냉동 배양균을 접종하여 pH 4.5~4.6이 될 때까지 발효시킨다. 발효과정 후, 발효된 우유는 $<10^{\circ}\text{C}</math>까지 냉각시킨다. 제품의 유통기한은 약 20일이다. *Acidophilus*-bifidus 우유는 향이 나며, 약간의 산성 맛을 띤다. 제품의 고점성은 형태를 유지한다. Probiotic 우유를 *Lactobacillus acidophilus*와 *Bifidobacterium bifidum*의 혼합 배양균을 차가운 살균된 우유에 첨가함으로써 생산할 수 있다.$$

2. Probiotic 요구르트

역사상 요구르트는 치료효과를 가진 건강 식품으로 인식되어 왔다. 최근 요구르트, 특히 probiotic 요구르트에 대한 관심이 크게 상승하고 있다(Homayouni *et al.*, 2012). 전통적인 요구르트 배양균인 *L. bulgaricus*와 *Streptococcus thermophilus*는 장관에서 생존하는 능력이 없기 때문에, probiotic 균으로 분류되지 않는다. 하지만 *L. acidophilus*와 *B. bifidum*을 요구르트에 첨가할 경우, 영양 및 생리적 가치가 더욱 증가된다. 살아있는 probiotic 배양균을 함유한 바이오-요구르트를 생산하기 위해서 비슷한 가공이 전통적 요구르트에 응용된다. 증가된 단백질 함량(3.6~3.8%)을 가진 열처리된 균질우유에 45°C 또는 37°C 에서 전통적 배양균이 접종되었고, 각각 3.5h, 9h 동안 배양되었다.

Probiotic 배양균은 포장하기 전 발효과정 전 단계에 전통적 요구르트 배양균과 함께 또는 발효과정 후에 첨가될 수 있다. *L. acidophilus*와 *B. bifidum*을 함유한 바이오-요구르트는 probiotic 세포를 인체 내로 운반시킬 수 있는 매개체 중 하나이다. *L. acidophilus*와 *B. bifidum*은 요구르트 내에서도 생존 및 활동 능력을 가지고 있다. Probiotic 박테리아를 함유한 요구르트가 오랜 시간 동안 냉동 온도 상태를 유지할 경우, probiotic 박테리아의 생존 능력이 저하된다고 보고된 바가 있다(Dave and Shah, 1997, 1998). 발효된 유제품에 함유된 probiotic 박테리아의 생존은 발효배지의 화학 조성(예: 탄소화물원), 최종 산도, 유고형분 함량, 양분유효도, 성장촉진 및 억제 물질, 사용된 균주, 종간의 상호작용, 배지 상태, 당 농도, 용존산소, 접종 수치, 배양 온도, 발효 시간, 저장 온도 등에 의존한다. 우유로 제조된 발효식품의 몇몇 probiotic 종과 균주의 불충분한 내산성은 중요한 요소이다. 발효과정 동안, 유산 수치가 증가하면서 pH 수치는 감소한다. 발효 후 또는 냉동 온도 저장 기간 동안 과산성화 또는 후산발효가 발생할 수 있다. 과산성화는 주로 낮은 pH 수치와 냉장 온도에서 *L. bulgaricus* 균주의 성장을 조절할 수 없을 때 발생한다. 과산성화는 적절한 제조법을 응용하거나, 과산성화 성질이 감소된 배양균을 사용함으로써 제한 범위 내에서 예방할 수 있다.

낮은 pH 수치에서 냉동보관될 경우, *Lactobacillus*와 *Bifidobacterium* 종의 생존능력은 감소한다. 따라서 균주 선택과 생존 감시는 고품질 바이오-요구르트 생산에 필요하다. Probiotic 요구르트는 종균이 분비한 대사물질을 함유하고 있으며, 이 물질은 *L. acidophilus*와 *B. bifidum*의 생존능력에 영향을 준다. Probiotic 요구르트에 함유된 bifidobacteria의 억제는 과산화수소 또는 유기산보다 종균에 의한 길항작용 때문에 발생한다. Probiotic 요구르트를 생산하는 이상적인 제조과정은 *Bifidobacterium* spp.를 따로 성장시키고, 유리 대사물질로 분리한 후 세포를 probiotic 요구르트에 이동시키는 것

이다(Dave and Shah, 1997). *Bifidobacterium* spp.는 혐기성 균이기 때문에 이 미생물에 의한 산소 독성은 큰 문제를 일으킨다. 우유의 초기 저산소 함량은 *Bifidobacteria*가 성장하기 위해 배양 초기에 필요한 낮은 산화 환원 전위를 획득한다. 요구르트 생산 시 산소는 우유 내로 쉽게 용해되며, 또한 저장 시에도 포장을 통해 스며든다(Foschino *et al.*, 1996). 산소 독성 문제를 예방하기 위해 *S. thermophilus*와 *Bifidobacterium*을 발효과정 중에 동시에 접종할 것이 제안되었다. *S. thermophilus*의 산소 사용 정도는 높기 때문에 probiotic 요구르트에 용해되는 산소 양을 감소시키며, *Bifidobacteria*의 생존 능력을 강화시킨다. 유산균의 높은 생존율은 낮은 저장 온도에서 확인할 수 있었다. 낮은 저장 온도는 *L. bulgaricus*의 성장을 억제하며, 결국 과산화물을 일으킨다. *L. acidophilus*에 비해 *Bifidobacteria*는 낮은 저장 온도에 내성이 약하다.

3. Probiotic 치즈

가공 환경에서의 생존, 산소의 존재, 산성 정도, 유제품에서 성장할 수 있는 능력, 우유를 빠르게 산성화 시킴으로써 발효 시간 단축, 결국 접종(inoculum) 준비 시 오염 위험 등은 probiotic 박테리아들을 probiotic 유제품에 사용하기 위해서 고려되어야 할 중요한 요소들이다(Homayouni *et al.*, 2012). 특히, *Lactobacillus* spp.와 *Bifidobacterium* spp. 등의 probiotic 박테리아에게 중요하다. 상업 probiotic 유제품으로 사용될 때, probiotic 박테리아 세포는 기본적 기술의 필요성을 만족시켜야 한다. 사람이 섭취하는 유제품에는 충분한 수치의 probiotic 박테리아가 존재해야 하므로, 이 균들은 식품의 유통기한 동안 생존해야 한다. 또한 이 균들은 식품의 향 및 맛에 악영향을 주어서는 안 된다. Probiotic 박테리아는 다양한 유형의 치즈에서 생존할 수 있다. 따라서 이 식품은 probiotic을 인체 위장관으로 이동시킬 수 있는 좋은 수단이 될 수 있다. Probiotic 치즈를 개발하는 방법에는 2가지가 있다. 첫 번째, 치즈 제조 과정이 변경되어야 하며, probiotic의 조건에 맞춰야 한다. 두 번째로 적절한 probiotic 균주가 사용되거나, 새로운 치즈 제품이 개발되어야 한다. 살아있는 박테리아를 함유한 유제품은 저장기간 동안 냉각시켜야 한다. 냉각은 식품의 안정성 확보하고, probiotic 균의 생존율을 보장하기 위해서 필요하다(Roy *et al.*, 1997). 또한 미리 포장된 치즈의 산소 함량과 probiotic 치즈의 수분 활동도도 고려되어야 한다(Dave and Shah, 1997). 살아있는 probiotic 미생물과 치즈 성분의 상호작용을 제품 냉각을 통해 억제해야 한다. 상호작용 정도는 이용할 수 있는 탄수화물의 농도 및 종류, 우유 단백질의 가수분해 정도, 필수 아미노산의 유용성, 우유 지질 가수분해의 정도 및 성

분에 따라 다르다(Fox *et al.*, 1996). 하지만 probiotic 박테리아 세포의 단백질 분해 및 지질 분해 특징은 probiotic 치즈의 맛과 향에 큰 영향을 줄 수 있다(Kunji *et al.*, 1996). Probiotic 균과 발효균의 상호작용 강도는 probiotic 균이 언제 제품에 첨가되느냐에 따라 달라진다. 첨가는 냉각(8℃ 이하) 직후 또는 그 전에 가능하며, probiotic 균과 발효균의 활동은 냉동온도에서 현저히 저하하기 때문에 probiotic 균이 발효 후에 첨가될 경우 상호작용은 약할 것이다.

박테리아 간의 길항작용은 특정 발효균 또는 관계없는 박테리아를 억제 또는 비활성시키는 생산물의 대사물질에 종종 의존한다(Joseph *et al.*, 1998). 항균 성질을 가진 박테리옌, 펩타이드, 단백질에 의해 일어나는 길항작용은 발효균과 probiotic 균의 결합을 제한시키는 요소라고 설명되지만, 반면 과산화수소, 벤조산, 생체 아민, 유산 등에 의한 길항작용은 probiotic 치즈에 함유된 probiotic 균에게 큰 영향을 줄 수 있다. 이것은 probiotic의 생리적 상황은 숙성 및 저장 기간 동안 미생물의 생존에 영향을 주기 때문이다(Leuschner *et al.*, 1998).

Probiotic 치즈 내의 probiotic 세포는 인간의 장에서 성장할 수 있어야 한다. 따라서 염산, 담즙 등의 물질을 저항하고, 위장관을 통과할 때까지 생존해야 한다. 사실, 치즈는 위장관의 산성 환경에 완충작용을 하기 때문에 probiotic 균을 장으로 이동시키는데 뛰어난 운반수단 역할을 담당한다(Stanton *et al.*, 2003). 또한 치즈의 밀집된 모형, 비교적 높은 총고형물, 지방함량은 위에 존재하는 박테리아에 추가적인 보호를 제공한다. Prebiotic 성분에 함유된 inulin과 oligo-fructose는 *Bifidobacteria*, *Lactobacilli*의 성장률을 촉진시키며, 그 외에도 Petit-suisse 치즈에 함유된 유산과 짧은 사슬 지방산의 양을 증가시킨다(Bergamini *et al.*, 2005; Cardarelli *et al.*, 2007).

4. Probiotic 아이스크림

Probiotic 아이스크림은 발효 또는 비발효 혼합물에 probiotic 박테리아를 첨가하여 제조한다(Homayouni *et al.*, 2012). 아이스크림은 probiotic 박테리아를 인체 내로 이동시킬 수 있는 아주 뛰어난 매개체로 알려져 있다(Akin *et al.*, 2007; Homayouni *et al.*, 2012). *Lactobacillus*와 *Bifidobacterium*은 발효된 유제품에 함유되는 probiotic로 가장 흔히 사용되는 유산균이다. Probiotic을 함유한 냉동 유제품 중에서 아이스크림은 중성 식품이기 때문에 많은 주목을 받고 있다(Homayouni *et al.*, 2008; 2012). 발효과정을 거치지 않은 아이스크림의 pH 수치는 probiotic이 생존하기에 적합한 pH 7에 근접하다. 아이스크림의 고형물 총량(지방 및 유고형분 포함)은 probiotic 박테리아를 보호한다. Probiotic 박테리아의 효율성은

식품에 첨가된 수치, 유제품의 유형, 공기의 우유 및 저온에 따라 다르기 때문에, 식품의 유통기한 동안 미생물의 생존 능력이 유지되어야 하며, 이 미생물들은 장에서도 생존할 수 있어야 한다(Kailasapathy and Chin, 2000). 살아있는 probiotic 박테리아의 치료효과는 죽은 세포들보다 뛰어나다. 따라서 국제낙농연합회(International Dairy Federation; IDF)는 제품이 섭취될 때 최소 10^7 g/mL 개 이상의 probiotic 박테리아 세포가 살아 있어야 한다고 규정하고 있다(Kailasapathy and Sultana, 2003; Homayouni *et al.*, 2008). 하지만 아직까지 산소 독성 및 냉동 손상에 대한 대처 방법이 없기 때문에, 냉동 유제품 내에서 높은 수치의 박테리아가 생존하도록 유지하는 것은 쉽지 않다. 식품의 유형, 생산 및 저장 과정을 조절하여 probiotic 박테리아의 생존율을 조절할 수 있다. 또한 생산 및 저장 과정, 위장관 환경에서 생존할 수 있는 저항 probiotic 균주를 선택하는 작업 또한 박테리아의 생존율을 높일 수 있는 방법 중의 하나가 될 수 있다(Homayouni *et al.*, 2007, 2008). 미세캡슐 형성은 probiotic을 물리적으로 보호하는 새로운 기술로 이 미생물의 생존율을 높여줄 수 있다. 이 기술은 박테리아의 세포를 불리한 환경으로부터 분리시켜 세포 수의 감소를 막는다(Shah and Ravula, 2000; Homayouni *et al.*, 2008). 이와 같은 기술을 응용함으로써 유제품 내의 probiotic의 생존기간을 늘릴 수 있다. 아이스크림 상태(자당 및 산화 함유량, 냉동 온도, 저장 온도) 및 산성/알칼리성 조건에서의 생존 유무에 따라 적절한 probiotic이 선택될 수 있다(Homayouni *et al.*, 2008).

Homayouni 등(2008)은 아이스크림에 첨가하기 적합한 probiotic을 선택하기 위해 모조 아이스크림 및 위장관 환경에서 이 미생물의 생존에 대해 연구하였는데, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium lactis*, *Bifidobacterium longum* 등의 박테리아의 성장을 및 생존률을 다양한 저당의 수치(10%, 15%, 20%, 25%), 탈산소제(0.05% L-cysteine, 0.05% Lascorbate), 온도별(4°C and 20°C), 배양 기간(MRS 배지에서 30, 60, 90일)으로 조사하였다. 위에 언급된 모든 스트레스 요소들은 probiotic 균주의 성장 및 생존에 영향을 주었으며, probiotic 아이스크림에 사용할 수 있는 적합한 probiotic 균주를 선택할 수 있는 것으로 밝혀졌다. 특히 *Lactobacillus casei*와 *Bifidobacterium lactis*는 산성 또는 알칼리성 아이스크림에 대해 가장 저항력이 뛰어났다(Homayouni *et al.*, 2008).

5. 기능성 Probiotic 낙농식품의 개발

새로운 기능성 식품의 개발은 비용이 많이 드는 과정이나, 식품 회사와 소비자에게 있어서 매우 중요하다. 식품 회사가 기능성 식품을 개발할 수 있도록 장려하는 규정이 필

요하다(Walzem, 2004). Probiotic 유제품을 개발하기 위해서는 이 제품과 소비자에 대한 충분한 정보가 필요하며, 따라서 소비자에 대한 정보를 효율적으로 관리해야 한다(Jousse, 2008). 새로운 기능성 식품의 개발은 성공과 실패의 위험을 동시에 가지고 있다. 따라서 새로운 기능성 식품을 개발하기 위해서는 많은 도전이 필요하며, 식품이 제공하는 맛과 건강효과에 대한 소비자의 기대를 충족시켜야 한다(Fogliano and Vitaglione, 2005; Shah, 2007; Granato *et al.*, 2010). 그렇기에 기능성 식품의 개발과 상업은 복잡하고, 비용이 많이 들며, 불확실한 일이다. 따라서 성공적인 기능성 식품 개발의 핵심 요소로는 소비자의 수요, 기술 조건, 입법 규정 등이 있다. 예를 들면, 특정 성분이 건강에 미치는 영향에 대한 소비자의 인식은 기능성 식품의 판매에 직접적인 영향을 줄 수 있으며, 이 문제는 소비자가 오랜 시간 동안 알고 있던 기능성 성분(예: 무기물, 섬유, 비타민)을 식품에 첨가함으로써 가능하다(Roberfroid, 2000; Siro *et al.*, 2008; Granato *et al.*, 2010). 일반적으로 알레르기를 유발하는 물질인 단백질, 유당, 페닐알라닌 등의 물질을 식품으로부터 제거한 기능성 식품 제조 시에 사용되는 방법은 다음과 같다. (1) 산화 방지제, probiotic, prebiotic 등의 물질을 식품에 첨가하여 미량 영양소를 강화시킨다. (2) 식품의 성분을 대체한다. (3) 기능성 효과를 가진 성분의 안정성 또는 생물적 이용 가능성을 증가시킨다. (4) 식품의 질병 위험을 낮춘다.

혁신적인 제품을 생산하기 위해서 기능성 probiotic 식품 분야는 식품 공학자, 영양학자, 의사, 식품 화학자의 적극적인 협력이 절실히 필요하다. 관련 전문가들의 협력을 통해 새롭게 개발된 식품들이 소비자들의 건강상태 또는 질병 예방에 영향을 주는 다양한 생리적 매개변수를 조절할 수 있게 될 것이다(Walzem, 2004; Fogliano and Vitaglione, 2005). 따라서 기능성 probiotic 식품의 개발과 설계는 비용이 많이 들고, 많은 요소(예: 관능 수용, 물리적 및 미생물의 안정성, 가격, 화학 및 고유의 기능적 특성)를 고려하는 단계적 과정인 과학적인 연구이며, 더 나아가서 기능성 probiotic 식품에 대한 소비자의 인식을 고려하고 진행되어야 할 것이다.

6. 기능성 Probiotic 낙농 식품에 대한 소비자의 태도

기능성 식품의 판매량이 날로 증가함에 따라 이 식품의 개발이 활발히 진행되고 있다. 성별, 연령, 교육 및 경제 수준에 상관없이 기능성 식품에 대한 소비자의 관심이 증가하고 있다(Luckow and Delahunty, 2004). 기능성 probiotic 식품의 치료효과는 소비자의 특성, 매개체 유형, 식품에 함유되어 있는 물질에 따라 차이가 있다. 예를 들어, 요구르트에는 풍부한 양의 칼슘이 섬유가 함유되어 있으며, 소비자들이 선호하는 식품이다. 기능성 식품에 첨가된 비타민,

무기물 등은 소비자들이 선호하는 성분이다(Ares and Gambaro, 2007). 하지만 probiotic과 prebiotic과 같은 기능성 성분에 대한 소비자들의 바로 이해할 수 있는 다양한 전략이 필요하다(Vianna *et al.*, 2008).

소비자들은 전통적인 식품과 비교하여 prebiotic 기능성 식품의 관능적 특성에 대한 인식이 다를 수 있다. 예를 들면, oligofructose는 식감을 좋게 하며, 약간의 단맛을 내고, 식품의 뒷맛을 깔끔하게 한다. 하지만 이러한 관능적 특성은 식품에 대한 소비자의 선호도에 영향을 주기 때문이다(Nicolay, 2003). 소비자들은 식품을 선택할 때 식품의 맛을 가장 중요시 여기며, 그 다음으로 식품이 건강에 주는 영향을 생각하고 있는 것이 사실이다(Homayouni, 2008). 만약 첨가된 요소가 건강을 증진시켜도 원하지 않는 맛을 낸다면 소비자들은 이 식품을 구매하지 않을 것이다. 기능성 식품의 관능적 특성이 기존식품과 다르더라도 기능성 식품을 섭취하는 사람이 많아질수록 이 식품에 대한 소비자의 거부감은 점점 줄어들 것이다(Vieira, 2003). Probiotic과 같은 기능성 성분을 유제품에 첨가시킬 경우, 소비자들에게 이 식품이 주는 건강효과에 대해 인식시켜 줄 필요가 있다. Probiotic 기능성 식품을 제조하는 회사들은 성공하기 위해서 계속해서 소비자와 소통을 해야 한다.

Probiotic을 이용하여 건강 증진 기능성 낙농식품 개발

건강을 증진시키려는 목적으로 식품은 섭취되어 왔다. 최근에 개발된 기능성 식품은 풍부한 영양물질을 함유하고 있으며, 인체에 이로운 영향을 미친다(Abdel-Salam, 2010). 유제품에 함유된 성분을 “생리적 기능성 식품”으로 사용할 수 있다고 처음으로 고안한 사람은 일본 연구자들로, 이 개념은 1980년 초에 발표되었다(Kwak and Jukes, 2001). 이들은 우유에 함유된 생리활성 펩타이드, probiotic 박테리아, 산화방지제, 비타민, 특정 단백질, 올리고당, 유기산, 흡수되기 쉬운 칼슘, CLA 등은 인간의 소화 및 위장 기능조절, 면역조절에 이롭게 한다고 밝혀졌다(Stanton *et al.*, 2005).

우유는 특정 생리활성 단백질, 지질, 당류로 구성된 복합체로 다량의 생물적으로 활성화된 물질(예: 면역글로불린, 효소, 항균 펩타이드, 올리고당, 호르몬, cytokine, 성장인자)을 함유하고 있다(Pouliot and Gauthier, 2006). 예를 들어, 생우유에는 bacteriostatic 및 bactericidal 능력을 가진 항균제가 함유되어 있으며, 포유류 우유에는 소화효소(단백질 분해효소, 리파아제, 아밀라아제, 포스파타아제), 항산화 및 항균 특성을 가진 효소(예: 라이소자임, 카탈라아제, 과산화물제거효소, 락토펙시다제, myeloperoxidase, xanthine 산

화환원효소, 핵산가수분해효소) 등 우유의 안정성을 확보하는 60여 종의 효소가 함유되어 있다(Schanbacher *et al.*, 1998).

우유에 함유된 단백질로는 카세인, β -락토글로불린, α -락토알부민, 락토펙틴, 혈청 알부민 등이 있다(Korhonen and Pihlanto, 2006). 이 단백질들은 직접적으로 또는 펩타이드로 분해된 후에 면역체계, 신경계, 심혈관계 등의 기관계에 영향을 주며, casomorph immunopeptide, 락토펙틴, 락토펙티신, phosphopeptide 등 생물적으로 활성화된 펩타이드의 주요 원천이다. 한편, 발효된 우유에는 α -락토알부민, β -락토글로불린, 락토펙틴, 락토펙시다제, 면역글로불린, 성장인자 등의 물질이 다량으로 함유되어 있으며, 이 단백질들은 항암효과를 가지고 있으며, 소화 기능에서 영향을 미친다(Beaulieu *et al.*, 2006). 예를 들어, α -락토알부민 가수분해 산물인 Oly-Leu-Phe 펩타이드는 특정 수용체 및 neutrophils의 호흡을 촉진하여 phagocytosis를 자극한다. 우유에 소량으로 존재하는 락토펙틴은 여러 가지 생리적 역할인 철의 항상성 조절, 미생물로부터 숙주 보호, 항염증 활성, 암 예방 등을 한다(Mezzaroba *et al.*, 2006; Mistry *et al.*, 2007). Kitts와 Weiler(2003)는 생리활성 펩타이드를 인체 기능에 좋은 영향을 주는 특정 단백질이라고 정의하였는데, 기능성 식품에 함유되어 있는 이 물질은 비만 및 2 가지 종류의 당뇨병의 위험성을 낮추는 효능이 있다고 보고하였다. 또한 우유 발효과정 중 생산되는 다양한 생리활성 펩타이드가 요구르트 및 sour milk를 포함하여 여러 종류의 유제품 등에서 발견되기도 하였다. 따라서 기능성 식품을 섭취함으로써 건강을 증진할 수 있을 것으로 사료된다.

오래 전부터 식품은 인체 건강에 영향을 주었으며, 건강을 유지하기 위해서 사람들은 적절한 양의 건강식품을 주기적으로 섭취해야 하였다. 유제품은 항균 역할 및 free radical 산화에 대한 방어 작용을 하며, 심혈관계, 위장, 성장, 신진대사 등 신체의 건강을 증진시킨다고 알려져 있다. Table 1에 지금까지 알려진 낙농식품과 연관된 생리활성 기능들이 정리되어 있다.

우유에 함유된 단백질, 펩타이드, 지질, 탄수화물, 무기물, 비타민 등의 성분은 인체에 좋은 영향을 준다. 생리활성 기능과 우유 성분의 관계에는 (1) 암 예방, (2) 항염증 효과, (3) Bifidobacteria 성장 촉진, (4) opioid 효과, (5) anti-thrombic 활력, (6) 항미생물/항바이러스 활력, (7) 항산화 효과, (8) 독성결합 효과, (9) 콜레스테롤 감소효과, (10) probiotic, (11) 면역조절 효과, (12) 고혈압 예방 등이 있는데 (Table 1), 주로 요구르트 및 발효식품, 우유, 초유, 치즈, 유청 단백질 농축물 등의 유제품을 섭취하고 있다(Zemel, 2004). 또한 최근 우유가 체중에 미치는 영향에 대한 연구 결과에서 유제품이 과체중 및 비만 합병증의 위험성을 낮추는 것

Table 1. Various bioactive functions related to dairy products

Functions	Specific role	Reference
Anti-microbial	Control of gut microflora	Fell <i>et al.</i> (2000)
	Anti-Viral	Thormar and Hilmarsson (2007)
	Binding of <i>E. coli</i> and cholera enterotoxins	
Cardiovascular	Anti-inflammatory	Bhat and Bhat (2011)
	Anti-hypertensive	
	Anti-thrombic	
	Cholesterol reduction	
Others	Anti-cancer	Bhat and Bhat (2011)
	Immunomodulation	
	Anti-oxidative	Hemandez-Ledesma <i>et al.</i> (2007)
	Opioid effects	
	Retard osteoporosis	

으로 밝혀졌다(Moore *et al.*, 2005). 예를 들면, 저지방 유제품을 섭취하는 사람들의 체중, 혈압, 뇌졸중, 대장암, 골다공증 등의 질환의 위험성은 이 식품을 섭취하지 않는 사람들보다 낮았다. 우유에 함유된 단백질 성분들은 가지 사슬 아미노산으로 구성되어 있기 때문에 탄탄한 근육 조직을 유지시킬 수 있으며(McCabe *et al.*, 2004), 탈지우유에 함유된 여러 가지 성분은 비만에 의한 질병을 예방시켜주는 효과가 있다(Layman and Baum, 2004). 한편, 몇몇 연구 결과로부터 카파리스(capparis), 향썩속 식물(Artemisia), 유청 단백질 등의 물질을 섭취함으로써 납으로 인한 과산화 지방질을 중화시킬 수 있는 것으로 밝혀졌다(Abdel-Salam *et al.*, 2009).

Probiotic과 prebiotic의 혼합물인 synbiotic는 장에 서식하는 인체에 이로운 박테리아의 생존율을 높여준다. Probiotic은 주로 유제품에 첨가되며, prebiotic은 굽는 제품, 제빵, 아침 식사용 곡물 가공식품 및 바, 샐러드 드레싱, 식육가공품, 몇몇 과자류에 첨가된다.

Abdel-Salam 등(2010)은 마늘 및 양파기름이 첨가된 probiotic 라브네(probiotic labneh)가 질병을 예방하는 효과가 있다고 보고하였다. 이 연구를 통해 *S. mansoni*에 감염된 쥐에게 probiotic 라브네를 섭취시켰을 경우, 장 및 간에 서식하는 기생충이 제거되는 현상이 관찰되었다(Abdel-Salam *et al.*, 2009). 이 결과는 이 식품이 주혈흡충증(Schistosomiasis)과 같은 전염병을 예방할 수 있다는 것을 의미한다. 다른 실험에서는 수분을 함유한 약초 추출물(예: fenugreek, greater burdock, goat's rue, colocynth, chicory, lupine)과 stirred 요구르트 여과액의 혼합물이 알로산에 의해 유도된 산화 스트레스와 당뇨병에 대해 예방효과가 있다고 보고하였다(Al-Wabel *et al.*, 2008). 또한 probiotic 균을 함유한 요구르트는 간과 비

장에 좋은 영향을 주고, 동시에 혈장 면역글로불린 반응을 자극함으로써 면역예방 효과를 보이며, aspartate transaminase, lactate dehydrogenase, g-glutamyl transferase 등에도 영향을 주는 것으로 보고되었다(Ghanem *et al.*, 2005).

Ardhi와 Damascus에 서식하는 사슴을 대상으로 공생 발효된 우유, 약초, 꿀이 이 동물들의 교미 활동, 정액 특성, 테스토스테론 수치에 미치는 상승효과에 대한 연구가 진행되었는데(Al-Sobayil *et al.*, 2010), 이 연구에서 synbiotic 기능성 시럽 혼합물을 섭취한 사슴은 대사활동이 증가하여 번식 능력이 많이 향상되었다. 오레가노(Oregano), 마조람(Marjoram), 세이지(Sage), 감초(Licorice) 등 식물의 추출물을 함유한 라브네(labneh)는 *E. coli*, *B. subtilis*에 항균효과가 있었으며, 꿀, 마늘, 인삼, 대구 간유, 치커리 등의 물질을 함유한 probiotic 발효된 우유는 산화방지제인 글루타이온(glutathione)을 기반으로 사용하는 항산화 효소의 활성을 증가시켜, 아세트산 납 오염에 대한 보호효과를 보였다(Al-Turki *et al.*, 2008). 따라서 이로운 probiotic 박테리아를 함유한 가수 분해물 형태의 특정 요소가 반추동물에게 미치는 영향에 대한 연구가 활발하게 진행되어야 할 것이다.

간단히 정리하면, 식습관과 건강의 관계에 대한 관심이 커지면서 건강을 증진시키는 다양한 유제품이 개발되고 있으며, 무엇보다 식습관이 건강에 직접적으로 주는 영향을 주기에 관심은 지속적으로 증가하고 있는 추세이다. 일반적으로 대부분의 우유 성분들은 영양적인 제공뿐만 아니라, 다양한 생리학적 기능 중에서 면역체계를 향상시키는 천연 영양물 함유하고 있다고 인식되고 있다. 따라서 소비자들의 인식 변화가 될 수 있도록 다양한 기능성을 가지는 낙농 식품 개발 연구가 절실히 요구되어지고 있다.

요 약

최근 20년간 건강 및 질병 예방효과를 가진 식품에 대한 관심이 증가하고 있다. 오늘날 대다수의 노인들이 동물성 지방 과다 섭취로 인한 질환(예: 심혈관계 질병, 당뇨병)을 겪고 있으며, 이 질환으로 인한 세계 인구 사망률은 3번째로 높다. 최근 많은 사람들이 기능성 식품을 찾고 있으며, 기능성 식품은 모든 식품 부문, 그 중에서도 주로 낙농제품, 과자류, 청량음료, 제빵, 유아식 등의 부문에서 개발되고 있다. 식품 산업들이 새로운 식품분야에 도전함으로써 여러 가능성(예: 지방산 함유량의 재조리 또는 식이 섬유, 산화 방지제, probiotic 첨가를 통한 원료 및 가공물질의 성분 조절)을 시도해 볼 수 있게 되었다.

우유 및 유제품이 건강에 이로운 식품으로 인식되고 있으며, 우유에는 인체에 유익한 여러 가지의 생물적으로 활성화된 요소와 활성균이 함유되어 있다. 이 박테리아들은 우유에 존재하는 성분을 변형시킬 뿐만 아니라, 몇몇 심각한 질병을 완화시키며, 방부제 역할도 한다. 미생물의 상호작용을 통해 발효된 유제품은 직접적으로 또는 발효과정 중 생산된 비타민, 단백질, 펩타이드, 올리고당, 유기산 등의 대사산물을 통해 간접적으로 기능적 역할을 수행한다. probiotic 균이 면역반응(예: 사이토카인 및 항균 펩타이드 생산 조절)에 작용하는 기전을 토대로 이 박테리아들이 건강에 영향을 미치는 기전이 연구되고 있다. 유청 단백질은 항균 및 항발암 성질을 가지고 있으며, 여러 기능(예: 면역 자극 생산, 건강 증진, 지방 침적 감소, 인슐린 감수성 향상 등)을 가지고 있다.

유제품에 존재하는 박테리아와 특정 성분이 건강을 미치는 영향이 연구를 통해 밝혀지고 있다. 우유에 함유된 기능성 단백질, 생리활성, 펩타이드, 필수 지방산, 칼슘, 비타민 D 등의 물질은 면역체계, 심장혈관계, 위장관, 장 등의 건강을 증진시키며, 고혈압, 관상혈관질환, 비만, 골다공증, 암, 당뇨, 전당질병 등의 질환을 예방한다. 기능성 낙농식품에 함유된 성분들은 다양하게 응용되고 있다. 예를 들면, 카세인으로부터 파생된 포스포펩타이드가 식이보충제 및 제약보충제의 제조과정에 사용되고 있으며, 우유로부터 파생된 성장인자가 피부질환, 소화기계질환, 다리궤양, 건선, 내장, 골다공증 등을 치료하는 목적으로 사용되고 있다. 유제품을 통한 식이조절이 비만관리 및 예방에 도움이 될 가능성이 있으며, 건강을 증진시키는 질을 예방 및 치료 물질의 성분으로 사용될 것으로 여겨진다. 따라서 우유와 유제품이 기능성 식품 및 이 식품의 성분으로 사용될 가능성을 적극적으로 개발하는 연구가 절실히 요구되고 지속적으로 진행되어야 할 것이다

감사의 글

본 연구는 농림축산식품부 농림수산물기술평가원 수출전략기술개발사업(313010-3)에 의해 이루어졌습니다.

참고문헌

1. Abdel-Salam, A. M. 2010. Functional foods: Hopefulness to good health. *Am. J. Food Technol.* 5:86-99.
2. Abdel-Salam, A. M., ElZiney, M. G., Zaghoul, A. H., Babiker, A. Y. and Mousa, H. M. 2009. The effectiveness of whey proteins mixed with hot-water extract of *Artemisia* and *Capparis* spp. against lead acetate-contamination in rats. *Food Agric. Environ.* 7:139-141.
3. Aimutis, W. R. 2004. Bioactive properties of milk proteins with particular focus on anticariogenesis. *J. Nutr.* 134:989S-995S.
4. Akin, M. B., Akin, M. S. and Kirmaci, Z. 2007. Effects of inulin and sugar levels on the viability of yogurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice cream. *Food Chemistry* 104: 93-99.
5. Al-Sobayil, K. A., Zeitoun, M. M. and Abdel-Salam, A. M. 2010. Effectiveness of a functional synbiotic syrup on pregnancy rate, neonatal birth weight and progesterone profile of oestrous-synchronized Najdi ewes. *J. Food Agric. Environ.* 8:80-85.
6. Al-Turki, A. I., El-Ziney, M. G. and Abdel-Salam, A. M. 2008. Chemical and anti bacterial characterization of aqueous extracts of oregano, marjoram, sage and licorice and its application in milk and labneh. *Food Agric. Environ.* 6:39-44.
7. Al-Wabel, N. A., Mousa, H. M., Omer, O. H. and Abdel-Salam, A. M. 2008. Biological evaluation of aqueous herbal extracts and stirred yoghurt filtrate mixture against alloxan induced oxidative stress and diabetes in rats. *Int. J. Pharmacol.* 4:135-139.
8. Ares, G. and G'ambaro, A. 2007. Influence of gender, age and motives underlying food choice on perceived healthiness and willingness to try functional foods. *Appetite* 49:148-158.
9. Bausserman, M. and Michail, S. 2005. The use of *Lactobacillus* GG in irritable bowel syndrome in children: a double-blind randomized control trial. *The Journal of*

- Pediatrics 147:197-200.
10. Beaulieu, J., Dupont, C. and Lemieux, P. 2006. Whey proteins and peptides: Beneficial effects on immune health. *Therapy* 3:69-78.
 11. Bergamini, C. V., Hynes, E. R., Quiberoni, A., Sua' rez, V. B. and Zalazar, C. A. 2005. Probiotic bacteria as adjunct starters: Influence of the addition methodology on their survival in a semi-hard Argentinean cheese. *Food Research International* 38:597-604.
 12. Bhat, Z. F. and Bhat, H. 2011. Animal-free meat bio-fabrication. *Am. J. Food Technol.* 10.3923/ajft.2011.
 13. Cardarelli, H. R., Saad, S. M. I., Gibson, G. R. and Vulevic, J. 2007. Functional petitsuisse cheese: Measure of the prebiotic effect. *Anaerobe* 13:200-207.
 14. Dave, R. I. and Shah, N. P. 1997. Effect of cysteine on the viability of yoghurt and probiotic bacteria in yoghurts made with commercial starter cultures. *International Dairy Journal* 7:537-545.
 15. Dave, R. I. and Shah, N. P. 1998. Ingredient supplementation effects on viability of probiotic bacteria in yogurt. *Journal of Dairy Science* 81:2804-2816.
 16. Dave, R. and Shah, N. P. 1997. Viability of probiotic bacteria in yoghurt made from commercial starter cultures. *International Dairy Journal* 7:31-41.
 17. Ejtahed, H. S., Mohtadi-Nia, J., Homayouni-Rad, A., Niafar, M., Asghari-Jafarabadi, M. and Mofid, V. 2012. Probiotic yogurt improves antioxidant status in type 2 diabetic patients. *Nutrition* 28:539-543.
 18. Ejtahed, H. S., Mohtadi-Nia, J., Homayouni-Rad, A., Niafar, M., Asghari-Jafarabadi, M., Mofid, V. and Akbarian-Moghari, A. 2011. Effect of probiotic yogurt containing *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium lactis* on lipid profile in individuals with type 2 diabetes mellitus. *Journal of Dairy Science* 94:3288-3294.
 19. Faber, S. M. 2000. Comparison of probiotics and antibiotics to probiotics alone in treatment of diarrhea predominant IBS (D-IBS), alternating (A-IBS) and constipation (C-IBS) patients. *Gastroenterology* 118: 687-688.
 20. Fell, J. M., Paintin, M., ArnaudBattandier, F., Beattie, R. M., Hollis, A., Kitching P., Donnet-Hughes, A., MacDonald, T. T. and Walker-Smith, J. A. 2000. Mucosal healing and a fall in mucosal proinflammatory cytokine mRNA induced by a specific oral polymeric diet in pediatric Crohn's disease. *Aliment. Pharmacol. Ther.* 14:281-289.
 21. Fogliano, V. and Vitaglione, P. 2005. Functional foods: planning and development, *Molecular Nutrition and Food Research* 49:256-262.
 22. Foschino, R., Fiori, E. and Galli, A. 1996. Survival and residual activity of *Lactobacillus acidophilus* frozen cultures under different conditions. *Journal of Dairy Research* 63:295-303.
 23. Fox, P. F., Wallace, J. M., Morgan, S., Lynch, C. M., Niland, E. J. and Tobin, J. 1996. Acceleration of cheese ripening. *Antonie van Leeuwenhoek* 70:175-201.
 24. Ghanem, K. Z., Abdel Salam, A. M. and Maghraby, A. S. 2005. Immunoprophylactic effect of yoghurt-containing probiotic feeding on *Schistosoma mansoni* infected mice. *Polish Food Sci. Nutr. J.* 14:123-126.
 25. Granato, D., Branco, G. F., Cruz, A. G., Faria, J. A. F. and Shah, N. P. 2010. Probiotic dairy products as functional foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 9:455-470.
 26. Granato, D., Castro, I. A., Ellendersen, L. S. N. and Masson, M. L. 2010. Physical stability assessment and sensory optimization of a dairy-free emulsion using response surface methodology. *Journal of Food Science* 73:149-155.
 27. Hernandez-Ledesma, B., Amigo, L., Recio, I. and Bartolome, B. 2007. ACE-inhibitory and radical-scavenging activity of peptides derived from β -lactoglobulin f(19-25). Interactions with ascorbic acid. *J. Agric. Food Chem.* 55:3392-3397.
 28. Homayouni, A. 2008. Therapeutical effects of functional probiotic, prebiotic and symbiotic foods. (1st ed.). Tabriz: Tabriz University of Medical Sciences.
 29. Homayouni, A. 2009. Letter to the editor. *Food Chemistry* 114:1073.
 30. Homayouni, A., Azizi, A., Ehsani, M. R., Razavi, S. H. and Yarmand, M. S. 2008. Effect of microencapsulation and resistant starch on the probiotic survival and sensory properties of synbiotic ice cream. *Food Chemistry* 111:50-55.
 31. Homayouni, A., Azizi, A., Javadi, M., Mahdipour, S. and Ejtahed, H. 2012. Factors influencing probiotic survival in ice cream: A review. *International Journal of Dairy Science* doi:10.3923/ijds.2012.
 32. Homayouni, A., Ehsani, M. R., Azizi, A., Razavi, S. H., and Yarmand, M. S. 2008. Spectrophotometrically evalua-

- tion of probiotic growth in liquid media. *Asian Journal of Chemistry* 20:2414-2420.
33. Homayouni, A., Ehsani, M. R., Azizi, A., Razavi, S. H. and Yarmand, M. S. 2008. Growth and survival of some probiotic strains in simulated ice cream conditions. *Journal of Applied Sciences* 8:379-382.
 34. Homayouni, A., Ehsani, M. R., Azizi, A., Yarmand, M. S. and Razavi, S. H. 2007. Effect of lecithin and calcium chloride solution on the microencapsulation process yield of calcium alginate beads. *Iranian Polymer Journal* 16:597-606.
 35. Joseph, P. J., Dave, R. I. and Shah, N. P. 1998. Antagonism between yogurt bacteria and probiotic bacteria isolated from commercial starter cultures, commercial yogurts, and a probiotic capsule. *Food Australia* 50:20-23.
 36. Jousse, F. 2008. Modeling to improve the efficiency of product and process development. *Comprehensive Review of Food Science and Food Safety* 7:175-181.
 37. Kailasapathy, K. and Chin, J. 2000. Survival and therapeutic potential of probiotic organisms with reference to *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium* spp. *Immunology and Cell Biology* 78:80-88.
 38. Kailasapathy, K. and Sultana, K. 2003. Survival and β -D-galactosidase activity of encapsulated and free *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium lactis* in ice cream. *Australian Journal of Dairy Technology* 58:223-227.
 39. Kitts, D. D. and Weiler, K. 2003. Bioactive proteins and peptides from food sources. Applications of bioprocesses used in isolation and recovery. *Current Pharmaceutical Design* 9:1309-1323.
 40. Korhonen, H. and Pihlanto, A. 2006. Bioactive peptides: Production and functionality. *Int. Dairy J.* 16: 945-960.
 41. Kunji, E. R. S., Mierau, I., Hagting, A., Poolman, B. and Konings, W. N. 1996. The proteolytic systems of lactic acid bacteria. *Antonie van Leeuwenhoek* 70:187-221.
 42. Kwak, N. S. and Jukes, D. J. 2001. Functional foods. Part 1. The development of a regulatory concept. *Food Control*. 12:99-107.
 43. Leuschner, R. G., Heidel, M. and Hammes, W. P. 1998. Histamine and tyramine degradation by food fermenting microorganisms. *International Journal of Food Microbiology* 39:1-10.
 44. Luckow, T. and Delahunty, C. 2004. Consumer acceptance of orange juice containing functional ingredients. *Food Research International* 37:805-814.
 45. McCabe, L. D., Martin, B. R., McCabe, G. P., Johnston, C. C., Weaver, C. M. and Peacock, M. 2004. Dairy intakes affect bone density in the elderly. *Am. J. Clin. Nutr.* 80:1066-1074.
 46. Meurman, J. H. 2005. Probiotics: do they have a role in oral medicine and dentistry? *European Journal of Oral Sciences* 113:188-196.
 47. Mezzaroba, L. F. H., Carvalho, J. E., Ponezi, A. N., Antonio, M. A., Monteiro, K. M., Possenti, A. and Sgarbieri, V. C. 2006. Antiulcerative properties of bovine α -lactalbumin. *Int. Dairy J.* 16:1005-1112.
 48. Mirzaei, H., Pourjafar, H. and Homayouni, A. 2012. Effect of calcium alginate and resistant starch microencapsulation on the survival rate of *Lactobacillus acidophilus* La5 and sensory properties in Iranian white brined cheese. *Food Chemistry* 132:1966-1970.
 49. Mistry, N., Drobni, P., Naslund, J., Sunkari, V. G., Jenssen, H. and Evander, M. 2007. The antipapillomavirus activity of human and bovine lactoferricin. *Antiviral Res.* 75:258-265.
 50. Moore, L. L., Singer, M. R., Bradlee, M. L., Djousse, L., Proctor, M. H., Cupples, L. A. and Ellison, R. 2005. Intake of fruits vegetables, and dairy products in early childhood and subsequent blood pressure change. *Epidemiol.* 16:4-11.
 51. Mountzouris, K. C. and Gibson, G. R. 2003. Colonization of the gastrointestinal tract. *Annales Nestle* 61:43-54.
 52. Nicolay, C. 2003. Language is a key to marketing digestive health products. *Functional Foods and Nutraceuticals* 6:20-22.
 53. Pouliot, Y. and Gauthier, S. F. 2006. Milk growth factors as health products: Some technological aspects. *Int. Dairy J.* 16:1415-1420.
 54. Roberfroid, M. 2000. Inulin-type fructans. Boca Raton: CRC Press.
 55. Roberfroid, M. B. 2000. Concepts and strategy of functional food science: The European perspective. *American Journal of Clinical Nutrition* 71:1660-1664.
 56. Roy, D., Mainville, I. and Mondou, F. 1997. Bifidobacteria and their role in yogurt-related products. *Microecology*

- Therapy 26:167-180.
57. Saggiaro, A. 2004. Probiotics in the treatment of irritable bowel syndrome. *Journal of Clinical Gastroenterology* 38:104-106.
58. Schanbacher, F. L., Talhouk, R. S., Murray, F. A., Gherman, L. I. and Willett, L. B. 1998. Milk-borne bioactive peptides. *Int. Dairy J.* 8:393-403.
59. Shah, N. P. 2007. Functional cultures and health benefits. *International Dairy Journal* 17:1262-1277.
60. Shah, N. P. and Ravula, R. R. 2000. Microencapsulation of probiotic bacteria and their survival in frozen fermented dairy desserts. *Australian Journal of Dairy Technology* 55:139-144.
61. Siro, I., Kopolna, E., Kopolna, B. and Lugasi, A. 2008. Functional food: product development, marketing and consumer acceptance-A review. *Appetite* 51:456-467.
62. Stanton, C., Desmond, C., Coakley, M., Collins, J. K., Fitzgerald, G. and Ross, R. P. 2003. Challenges facing development of probiotic-containing functional foods. In E. R. Farnworth (Eds.). *Handbook of fermented functional foods* (pp. 27-58). Boca Ranton: CRC Press.
63. Stanton, C., Ross, R. P., Fitzgerald, G. F. and van Sinderen, D. 2005. Fermented functional foods based on probiotics and their biogenic metabolites. *Curr. Opin. Biotech.* 16: 198-203.
64. Surono, I. S. and Hosono, A. 2002. Fermented milks: Types and standards of identity. In H. Roginski, J. Fuquay and P.F. Fox (Eds.). *Encyclopedia of dairy microbiology.* (pp. 1018-1023).
65. Thormar, H. and Hilmarsson, H. 2007. The role of micro-bicidal lipids in host defense against pathogens and their potential as therapeutic agents. *Chem. Phys. Lipids.* 150: 1-11.
66. Vedamuthu, E. R. 2006. Other fermented and culture-containing milks. In R. Chandan, C. H. White, A. Kilara and Y. H. Hui (Eds.), *Manufacturing yogurt and fermented milks* (pp.295-308). Blackwell Publishing.
67. Vianna, J. V., Cruz, A. G., Zoellner, S. S., Silva, R. and Batista, A. L. D. 2008. Probiotic foods: Consumer perception and attitudes. *International Journal of Food Science and Technology* 43:1577-1580.
68. Vieira, P. 2003. How to create brand awareness for new products, *Functional Foods and Nutraceuticals* 6:38-40.
69. Walzem, R. L. 2004. Functional foods. *Trends in Food Science and Technology* 15:518.
70. Zemel, M. B. 2004. Role of calcium and dairy products in energy partitioning and weight management. *Am. J. Clin. Nutr.* 79:907S-912S.

(Received 15 March 2015 / Accepted 24 March 2015)