



## 식물 유산균의 생리활성작용과 시장현황 및 전망

조영훈\* · 박석남 · 정승환

남양유업주식회사 중앙연구소

### A Study on the Physiological Activity and Industrial Prospects of Plant-origin Lactic Acid Bacteria

Young-Hoon Cho\*, Seok-Nam Park and Seung-Hwan Jeong

Research & Development Center, Namyang Dairy Products Co., Ltd., Gongju 314-914, Korea

#### ABSTRACT

Lactic acid bacteria (LAB) play an important role in the human diet and are used in the production of edible fermented products such as kimchi and yoghurt. LAB are regarded as safe food additives used to enhance the nutritive value of foods. Plant-origin lactic acid bacteria (PLAB) cultured in vegetal media are now widely used in food industries. PLAB have been found to activate intestinal immunity, modulate the balance of the intestinal bacterial flora, and enhance intestinal function. They are known for their strong resistance to acid; this enables them to persist for a longer duration in the human intestine. PLAB can also survive in the intestinal environment under conditions of poor nutrition. They have stronger vitality as compared to LAB of animal origin. Due to the unique characteristics of PLAB, they are being widely used in Japan for processing foods such as yoghurt and beverages. Recently, PLAB has also been used as the culture for processing yoghurt in Korea. We expect further research on the functional effects of PLAB.

Keywords : plant lactic acid bacteria, intestinal immunity, yoghurt

#### 서 론

유산균은 오래전부터 우리들의 생활과 밀접한 관계를 유지하면서 김치, 된장 및 간장 등의 동양의 전통발효식품 뿐만 아니라 요구르트, 치즈 등의 제조에 중요한 역할을 담당하고 있다. 유산균은 Gram 양성으로 당류를 발효해서 에너지를 획득하고 소비한 glucose로부터 50% 이상의 유산을 생성하는 세균의 총칭으로 형태적으로는 크게 구균(*Lactococcus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc* 등)과 간균(*Lactobacillus*, *Carnobacterium* 등)으로 나눌 수 있으며, 발효 형태에 따라 호모 유산발효(homofermentative)와 헤테로 유산발효(heterofermentative)로

나눌 수 있다(강국희, 1996). 호모 유산발효는 당류에서 유산만을 생성하는 발효로 이것을 행하는 유산균을 호모 유산균이라고 부르며, 헤테로 유산발효는 당류에서 유산과 그 이외의 물질(탄산가스, 알코올, 초산 등)을 생성하는 발효로 이것을 행하는 유산균을 헤테로 유산균이라고 하며, 농산물, 식품 및 동물의 몸에 이르기까지 자연계에 널리 분포되어 있다. 현재 유산균은 12개 속(*Lactobacillus*, *Carnobacterium*, *Atopobium*, *Lactococcus*, *Pediococcus*, *Tetragenococcus*, *Leuconostoc*, *Weissella*, *Oenococcus*, *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Vagococcus*)으로 분류되고 있으며(Bergey's Manual, 1989), 특히 최근에 많이 연구되고 있는 방선균 계통의 *Bifidobacterium*은 유산 생성량이 50% 미만으로 계통분류학적으로 유산균에 속하지는 않지만, 기능적 측면에서 볼 때 넓은 의미에서 유산균의 범주에 넣기도 한다.

발효유 및 유산균음료 등에 많이 사용되고 있는 용어인

\* Corresponding author: Young-Hoon Cho, Dept. of R & D Center, Namyang Dairy Products Co., Ltd. 160, Bongan-ri, Janggi-myun, Gongju-si, Chungcheong nam-do 314-914, Korea. Tel: +82-41-856-0381, Fax: +82-41-857-7933, E-mail: cyh0623@namyangi.com

‘Probiotics’란 1965년부터 여러 과학자들에 의해서 많은 정의가 내려져 왔다. 2002년 FAO/WHO 연합회의에서는 “유효한 수준을 투여하였을 때 숙주의 건강증진을 가져오는 살아 있는 미생물”로 정의하였으며, 현재는 건강 증진 효과를 나타내는 FAO/WHO의 정의가 많은 학자들에게 받아들여지고 있다(FAO/WHO, 2002). Probiotics의 범주에는 *Lactobacillus* 속 및 *Enterococcus* 속과 같은 유산균을 포함하여 *Bifidobacterium* 속 등과 같은 미생물들도 광범위하게 포함하고 있으며, 최근에는 Probiotics와 유산균을 같은 의미에서 사용하기도 한다.

최근 일본에서는 식물성 소재(과일, 야채, 곡물, 장류, 절임식품 등)를 배지로 하여 성장하는 유산균이 각광을 받고 있다. 이러한 유산균은 ‘식물 유산균’, ‘식물성 유산균’ 또는 ‘식물 유래 유산균’ 등의 명칭으로 불려지고 있으며, 기존의 우유, 인체의 장 등에서 분리하여 치즈나 요구르트를 만드는 유산균인 ‘동물 유산균’에 비해 강한 생존력을 갖는 것을 장점화하여 선전하고 있다. 이러한 식물 유산균 제품은 2006년 일본 가고메사의 ‘라브레’ 제품을 시발점으로 하여 선풍적인 인기를 끌고 있으며, 기존에 없었던 식물 유산균 제품이라는 새로운 카테고리를 형성하고 있다.

국내에서도 2007년도부터 식물 유산균을 함유한 발효유 제품이 출시되고 있으며, 소비자들에게 새로운 기능과 친숙한 이미지로 다가서고 있다.

본문에서는 이러한 식물 유산균에 대해 생리활성작용, 시장현황 및 전망 등 좀 더 세부적으로 다루도록 하겠다.

## 본 론

### 1. 식물 유산균과 동물 유산균

식물 유산균은 야채나 과일, 콩, 쌀이나 보리 등 식물 소재에서 유래된 유산균을 말한다. 곡물 또는 채식을 주식으로

하는 동양인의 장은 육류를 주식으로 하는 서양인의 장에 비해 긴 것으로 알려져 있다. 그것은 동양인이 오래전부터 소화에 많은 시간이 필요한 섬유질이 많은 식생활을 해왔기 때문인데, 이러한 동양인의 장에는 동물 유산균보다는 식물 유산균이 적합하다는 것이다(최선례, 2006). 요구르트 등에 들어 있는 동물 유산균은 우유라는 영양이 풍부한 곳에서 생식한다. 그러나 동양인의 긴 장은 항문 가까이 위치하는 만큼 영양분이 없는 가혹한 환경이다. 즉, 동양인의 긴 장은 장의 하부로 갈수록 동물 유산균이 생식·작용하기 힘들어진다는 것이다. 이에 비해 식물 유산균은 원래 영양분이 부족한 곳에서 생식해 온 균이다(Fig. 1). 바꿔 말하면 상당히 생명력이 강한 균이라고 할 수 있다. 이러한 점에서 식물 유산균은 동양인의 장에 적합한 균이라고 할 수 있다.

대표적인 식물 유산균은 *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, *Tetragenococcus halophilus*, *Pediococcus pentosaceus* 등이 있으며, 된장, 절임 및 김치 등의 발효에 관련되며 일반적으로 내산성, 내염성 등이 강하고 독특한 풍미를 갖고 있다.

식물 유산균의 종류는 동물 유산균에 비해 10배 이상 많으며, 동서양을 막론하고 전통식품에서의 식물유산균의 이용 사례는 다양하다(Fig. 2).

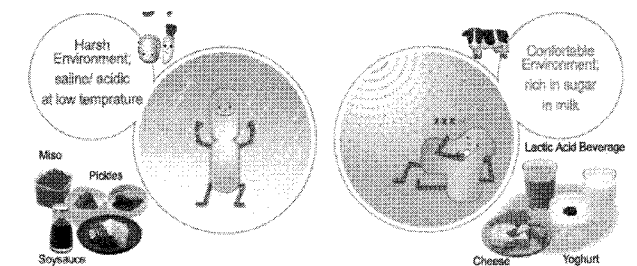


Fig. 1. Plant lactic acid bacteria and animal lactic acid bacteria.

Table 1. Comparison of plant lactic acid bacteria and animal lactic acid bacteria

구분	식물 유산균	동물 유산균
주요 식품	김치, 과일, 절임류	요구르트
생식 장소	야채, 과일, 곡류, 두류 등의 식물	우유 및 그 가공품
에너지원	포도당, 과당, 자당, 맥아당, 그 외 다당류	유당
생식장소의 당 농도	다양한 농도에서 생식 가능	일정
식염농도	고농도에서 생식 가능	생식할 수 없음
영양환경	영양이 풍부하지 않은 곳이나 밸런스가 나쁜 곳에서도 생식 가능	영양이 풍부하고 밸런스가 좋은 곳
타미생물과 공존	다양한 미생물과 공존	단독으로 존재
유산균의 종류	약 200종류	약 10여종

자료: 식물 유산균 세계와 그 숨은 가능성. 일본유산균식품학회지. 13:23-36(2002).

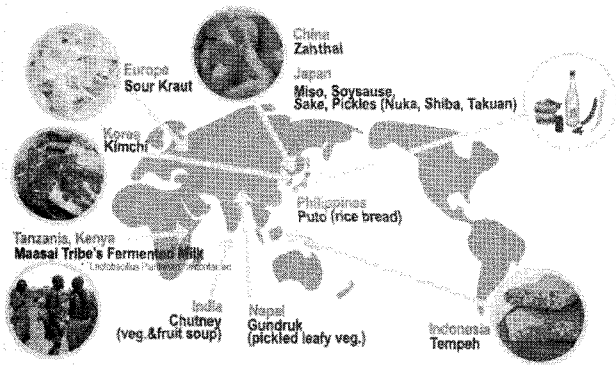


Fig. 2. Plant lactic acid bacteria in the world.

2. 식물 유산균의 특성 및 생리활성 작용

1) 강력한 내산성

소장과 대장의 유해 미생물의 성장 억제, 변비 개선, 면역 작용 등 유산균의 다양한 건강 효과를 위해서는 경구 섭취한 유산균이 사람의 소장이나 대장에서 안정하게 정착되어야 한다. 순수한 위액의 pH는 1.4~2.0 정도로 거의 대부분의 미생물이 사멸되나, 섭취되는 음식물의 완충작용에 의해 다소 pH가 높아져 미생물의 사멸을 어느 정도 감소시킬 수 있으나, 유산균의 정착작용 등 여러 가지 생리적 기능을 발휘하려면 위내에서 생존 가능하여야 한다(Min Jung Park, 2001). 위의 강한 산성조건에서 생존율을 향상시키기 위해 음식과 함께 유산균을 섭취하거나 캡슐화하여 내산성을 강화하기도 한다. 그러나 건강한 장을 위해서는 무엇보다도 산성조건에서 강하게 살아남는 유산균이 필요하다. 국내외 시판되고 있는 발효유에 함유되어 있는 유산균은 일반적으로 *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Bifidobacterium* 등이 혼합되어 있는 복합유산균을 사용한다. 이는 생산 효율성을 유지하고 미생물 최적의 배양조건에서 최고의 맛으로 발효하기 위해 각각의 유산균을 일정비율로 혼합되어 있으며, 장에서의 Probiotics로의 효능을 나타내기 위해 내산성 및 내담즙성이 강화된 유산균을 사용한다. 시판 발효유 1병에는 일반적으로 100억 이상의 유산균이 함유되어 있다. 그러나 여러 가지 외부 환경조건과 신체 환경으로 인해 그 중 얼마의 유산균이 장내에서 정착하여 올바른 기능을 수행하는지는 사람마다 다를 것이다. 앞에서 말했듯이 무엇보다도 유산균에 있어서 중요한 것은 사멸을 최소화하여 살아서 장까지 가는 것이다.

식물 유산균은 환경특성상 원래 영양분이 부족한 곳에서 생육해 온 균이어서 그런지 강력한 내산성을 지니고 있다고 한다. 가고메사의 실험에 의하면 동물 유산균의 대표적인 *Lactobacillus casei*의 10~100배의 내산성을 가지고 있다고

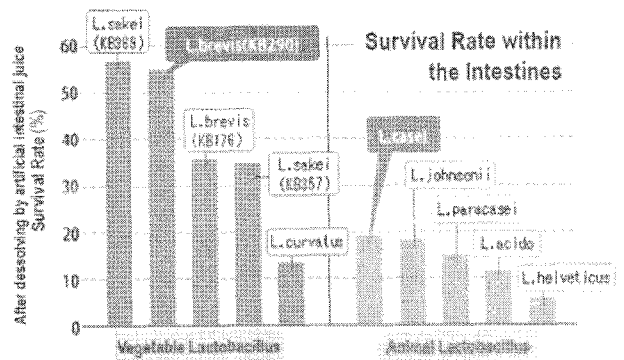


Fig. 3. Vegetable Lactobacillus and Animal Lactobacillus's survival rate within the intestines.

한다(Fig. 3). 한국의 김치에서 분리한 식물 유산균에 대한 인공 위액과 동시에 인공 담즙에 대한 내성 테스트 결과 생존 정도는 균주에 따라 다소 차이는 있었으나, 대체로 pH 2.5인 인공위액에서 내성을 나타내었다(Lee와 No, 1997).

2) 장관 면역의 활성작용

면역력이란 병이나 상처 등에서 몸을 지켜 건강한 상태를 유지하기 위해서 인간이 원래 가지고 있던 회복능력을 말한다. 현대의학이 발전하였다고는 해도 암을 비롯하여 불치병은 점점 더 많아지고 있다. 병에 대한 치료약은 개발기간이 오래 소요될 뿐 아니라 설령 사용한다고 하더라도 부작용 등의 문제로 완벽한 질병의 치유가 힘들다. 그렇기 때문에 무엇보다도 우리 인체의 고유의 면역력을 증진시키는 것이 가장 손쉽고 안전한 방법이라고 생각된다. 사람은 이러한 무병장수를 위한 면역 증진을 위해 부작용 없고 안전한 식품을 찾아왔으며 그 중 하나가 유산균이다. 유산균은 신호전달에 의해 면역세포 유전자에 전달되어 사이토카인을 비롯한 생리활성물질을 생성하여 아토피, 비염 등의 알레르기를 치유하는데 도움을 주는 것으로 추정된다(Yuko Nagata, 2008). 또한, 밖으로부터 침입해온 세균이나 알레르겐 등 몸에 해가 되는 것이 장관 점막을 통해 체내로 들어가게 되는데 이를 막아주는 역할을 하여, 장관면역계를 활성화하여 면역력을 증가시킨다. 사람은 20세 전후를 정점으로 해서 면역력이 저하되기 시작한다. 면역력은 공해와 화학물질에 의한 환경, 잘못된 식생활 습관, 스트레스 등으로 인해 저하되며 이를 극복하는 것이 장수의 비결이라고도 하겠다. 우선 평상시 식사 등에서 면역력을 증가시키는 음식을 섭취할 필요가 있다.

면역력 증진을 위해 연구되고 있는 식물유산균을 예를 들어 간단히 설명하자면, 식물 유산균 *Lactobacillus pentosus* S-PT84는 피클(pickles)로부터 유래된 유산균으로서 비장의

NK Cell의 활성을 강화시키고, Th1/Th2 발란스를 조절하는 역할을 한다. 즉, 수많은 면역질환의 치료, 암, 감염, 자가면역에 유산균이 이용되고 있다(Shibata와 Nonaka, 2007).

유산균이 풍부한 전통 발효 식품을 많이 섭취하는 가정에서 자란 소아들은 살균한 식품을 주로 먹는 집안의 소아들에 비해 알레르기를 일으킬 확률이 더 적다. 또한, 아토피 피부염을 가진 유아에게 비피더스균을 투여한 결과 알레르기가 개선됨이 보고되는 등 유산균이 면역력 증강 및 치료에 안전한 방법으로 확대될 것으로 예상된다(지근역, 2005).

### 3) 장내 세균총의 균형유지 및 건강한 장 형성

우리는 매일 섭취하는 음식물을 소화시킴으로 영양소를 흡수하게 된다. 입에서 항문까지의 소화기관에는 수많은 장내 세균총이 살고 있다. 대장에는 1,000억/g의 장내세균이 살고 있다. 장 내용물의 1/3을 차지하고 있는 세균 중에는 아민, 암모니아와 같은 독소를 만들어 염증이나 암을 발생시키는 해로운 세균도 있고 유산균과 같이 장내 독소를 제거하고 면역기능을 강화하여 질병에 대한 저항성을 키워주는 유익한 세균도 있다(강국희, 2005). 이러한 다양한 균이 장내에서의 발란스 유지를 통해 건강한 장을 유지할 수 있으며, 이는 장수의 지름길이라고 볼 수 있다. 노인이 되면 비피더스균 등 유익균은 줄게 되고 *Clostridium perfringens*와 같은 유해균이 증가하며, 이러한 유해균으로 인해 장의 운동력이 줄어들고 장내 유해세균에 의한 유해물질 생산이 늘어나게 된다. 요구르트 제조에 스타터로 사용되는 *Streptococcus thermophilus*와 *Lactobacillus bulgaricus*는 일반적으로 사람의 장 내에서 생존력이 약하여 정장효과 및 장내균총의 발란스 유지에 어렵다(지근역, 2005). 이에 반해 식물 유산균은 강한 내산성과 내담즙성을 갖고 있어 많은 수의 유산균이 살아서 장까지 갈 수 있으며, 유익균으로서 장내의 발란스를 유지하는 역할도 수행한다(Kumagia, 2001).

그 밖에 유산균의 기능은 병원성 세균을 억제하거나 식품의 부패미생물을 억제하는 박테리오파지라는 물질을 생산하기도 하고, 바이러스로부터 몸의 면역체계를 유지하여 식중독, 감기 등을 사전에 예방할 수 있으며(Oh, 2008), 항암 효과, 설사 및 변비 개선, 혈중콜레스테롤 저하, 항헬리코박터 작용(Lee, 2008), 유해균의 무력화 등 그 기능은 나열할 수 없을 정도로 많으며(정창민, 1999), 지금도 새로운 기능이 밝혀지고 있다.

### 3. 식물 유산균의 시장현황 및 전망

전세계적으로 프로바이오틱스 유산균 시장은 매년 지속적인 성장을 하고 있다. 이는 소비자들의 건강에 대한 관심뿐만 아니라 유산균 자체에 대한 효과가 밝혀지고 입증되기

때문일 것이다.

일본에서는 2006년 출시한 가고메사의 '라브레'라는 유산균음료가 선풍적 인기를 누리면서 식물 유산균이라는 새로운 컨셉의 시장군을 형성하였다. '라브레'는 일본 도쿄지역의 순무절임류에서 분리한 유산균으로서 질병으로부터 몸을 지키는 중요한 역할을 담당하는 인터페론을 증가시키고 NK세포를 활성화시킨다고 한다. 특히 내산성이 강해 살아서 장까지 간다는 컨셉으로 기존의 유산균과의 차별화를 시도하였다. TV, 신문, 잡지 등 언론매체를 통해 식물 유산균에 대한 효능, 효과를 홍보하였다. 그 결과 2007년에는 210억 엔의 판매를 올려 전년 대비 193% 가량의 신장을 보이면서 주목받는 유망 컨셉으로 자리매김하였다(Table 2). '라브레' 이외 식물 유산균을 첨가한 제품으로는 '야채의 전사'(오오츠카칠드식품), '식물성 유산균 요구르트'(카메다), '알로에 곤약'(산토리), '식물성 유산균 GABA', '쾌장나비'(노무라유업), '두유요구르트'(마루산), '과실유래 유산균'(일본코카콜라), '야채 1일본'(큐코망), '아침의 1식 야채요구르트'(에르비) 등 식품의 유형이 유산균 음료부터 생과자, 음료, 발효유까지 다양한 형태로 출시되었다.

일반적으로 야채나 과일의 표면에 생식하는 식물 유산균은 생육조건에 차이로 인해 우유나 탈지분유 등에서 발효가 진행되지 않기에 일반적으로 유산균 음료나 발효유 제품에는 발효 종료 후 첨가하는 방식으로 제품에 첨가하고 있다. 이와 같은 방식으로 유산균을 넣게 되면, 코스트적인 부담으로 제품 내 많은 수의 유산균을 넣을 수가 없으며, 유산균 수가 적어서 진정한 효과를 볼 수가 없게 된다. 그러나 최근에는 이러한 식물 유산균의 발효 문제를 극복한 제품이 출시되어 소비자들에게 판매되고 있다. 일본 히로시마 대학의 스기야마 교수와 노무라유업의 공동 프로젝트로 식물 유산균만으로 발효시킨 발효유 제품을 개발, 출시하기도 하였다.

일본의 선풍적 인기와 더불어 한국에서도 2007년부터 식물 유산균을 강조한 제품이 출시되었다. 기존의 동물 유산균에 비해 웰빙에 더 가깝다는 이미지로 소비자들에게 어필

Table 2. The expected elements in Japanese markets

구분	2006년	2007년	전년 대비
야채서플리먼트	316억 엔	375억 엔	118.7%
노니	315억 엔	321억 엔	101.9%
콜라겐	265억 엔	316억 엔	119.2%
DHA	142억 엔	151억 엔	106.3%
식물유산균	109억 엔	210억 엔	192.7%
백금 나노 콜로이드	15억 엔	26억 엔	173.3%
브랜드 잡곡	74억 엔	93억 엔	125.7%

하고 있으며, 위산에 강해 장까지 살아간다는 것을 강조하고 있다. 식물유산균 중 우리와 친숙한 *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus* 등의 특허 출원한 유산균을 사용하고 있으며, 기능성 성분을 추가로 넣어 웰빙 건강 발효유 제품임을 표명하고 있다. 대표적인 제품으로 ‘자연의 시작 불가리스’(남양유업), ‘식물성 유산균 엔요’(매일유업), ‘식물성 유산균 팬’(롯데우유) 등이 있다. 일본과는 달리 소비자의 인지도 저하, 기존 제품과의 차별화 부족으로 아직은 큰 인기를 끌지는 못하고 있으나 머지않아 웰빙시대 주요한 카테고리룰 형성할 것으로 전망한다.

### 결 론

식물 유산균은 야채나 과일, 콩, 쌀이나 보리 등 식물소재에서 유래된 유산균을 말하며, 기존의 동물 유산균과 비교 시 내산성이 강해 살아서 장까지 간다고 알려져 있다. 일본의 선풍적인 인기에 힘입어 국내에서도 유사제품이 시장에 출시되었으나 아직은 미미한 상태이다. 국내에는 수십년 전부터 식물 유산균인 김치 유산균의 생리활성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나, 아직은 연구 이상으로 진행되어 뛰어난 생리활성 작용에 대한 상업적 접목은 저조한 상태이다. 유산균의 기능성에 대한 규명과 검증을 통해 보다 좋은 제품에 적용하여 소비자의 건강에 기여하는 것은 학자 및 관련업계의 몫이라고 생각된다.

### 참고문헌

1. Bergey's Manual 제 8판, 1989.
2. FAO/WHO. 2002. Guidelines for the evaluation of probiotics in food. Report of a joint FAO/WHO Working group on drafting guidelines for the evaluation of probiotics in London. Ont., Canada.
3. Hiroshi Shibata, Yuji Nonaka, Tkayuki Izumo and Fumi Izumi. 2007. Immunological function of plant origin *Lactobacillus pentosus* strain S-PT84. Foods Food Ingredients. J. Jpn.

- 212(3):196-207.
4. Youl Lee and Hae Choon Chang. 2008. Isolation and characterization of kimchi lactic acid bacteria showing anti-*Helicobacter pylori* activity. Kor. J. Microbiol. Biotechnol. 36(2):106-114.
5. Min Jung Park, Byung Suug Ko and Joo Sung Kim. 2001. The lactic acid bacteria from fermented milk : survival during gastric transit and duodenal delivery rate. The Korean J. of Gastroenterology 37(2):83-89.
6. Shin-Ho Lee and Myung-Ja No. 1997. Viability in artificial gastric and bile juice and antimicrobial activity of some lactic acid bacteria isolated from kimchi. Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol. 25(6):617-622.
7. Sejong Oh. 2008. Probiotics and prolongation of life. Korean J. Dairy Sci. Technol. 26(2):31-37.
8. Takehisa Kumagia, Kimiko Seno, Hiroyuki Kawamura and Sanae Okada. 2001. Fermentation and growth of plant origin lactic acid bacteria in human diet model medium. Nippon Shokuhin Kagaku Kaishi. 48(9):677-683.
9. Yuko Nagata, Yuya Kaninura and Tomohide Saka. 2008. *Lactobacillus plantarum* strain No.14 suppresses human allergic reaction. Nippon Shokuhin Kagaku Kaishi. 55(12): 625-631.
10. 강국희. 2005. 생명의 파수꾼 유산균의 세계. 도서출판 느티나무.
11. 강국희. 1996. 유산균의 새로운 분류와 명칭 변경. 생물산업. 9(3):41-49.
12. 지근억. 2005. 프로바이오틱스 유산균을 이용한 알레르기 예방. 천식 및 알레르기. 25(3):165-172.
13. 최선례. 2006. 유산균의 왕 ‘식물 유산균’ 월간의약정보.
14. 정창민, 강국희. 1999. 유산균의 산업적 이용과 개발 전망. 생물산업. 12(2):16-22.

(2009년 4월 3일 접수; 2009년 5월 13일 채택)