



발효낙농유제품인 Kefir 다양한 기능 및 특성: 총설

*천정환¹ · *김현숙² · 송광영^{1*} · *김동현¹ · 김홍석¹ · 임진혁¹ · 최다솜¹ · 황대근¹ ·
김영지¹ · 이수경¹ · *서건호¹

¹건국대학교 수의과대학 및 KU 식품안전센터

²건국대학교 수의과대학 수의생리학전공

Functional Characteristics of Kefir as a Fermented Dairy Product: A Review

*Jung-Whan Chon¹, *Hyun-Sook Kim², Kwang-Young Song^{1*}, *Dong-Hyeon Kim¹, Hong-Seok Kim¹,
Jin-Hyeok Yim¹, Dasom Choi¹, Dae-Geun Hwang¹, Young-Ji Kim¹, Soo-Kyung Lee¹ and *Kun-Ho Seo¹

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

²Dept. of Veterinary Physiology, College of Veterinary Medicine, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

Abstract

Kefir is a unique fermented dairy product resulting from combined lactic acid and alcoholic fermentation of lactose in milk. Kefir is produced by the microbial activity of kefir grains. Kefir has numerous health benefits such as the reduction of cholesterol levels, stimulation of the immune system, antimutagenic and anticarcinogenic properties, and improvements of lactose intolerance. Furthermore, kefir is excellent as both a dietetic beverage and for protection against various diseases in small babies. Therefore, kefir has recently been regarded as an important functional dairy food. To date, the majority of research on kefir has focused on the applications of functional kefir using advanced biotechnology methods. The purpose of this review article is to facilitate the recognition of kefir as a novel functional food.

Keywords: Kefir, kefir grain, probiotics, therapeutic effects, health

Kefir는 유산균과 우유에 있는 유당의 알코올 발효 때문에 고유한 발효 낙농 제품이다. 일반적으로 kefir는 “kefir grains”의 미생물 활동에 의해 생성되며, 이는 유산균과 효모의 상대적으로 안정적이며, 특이적으로 균형을 유지한다 (Guzel-Seydim *et al.*, 2009). Kefir의 주요 건강 증진 효과로는 유당 불내증의 감소, 면역 체계의 자극, 콜레스테롤 감소, 항돌연변이 및 항암 특성 등이 있다. Kefir는 중요한 기능성 유제품으로 인식되고 있기에 결과적으로, kefir에 대한 연구는 지난 10년간 급격하게 증가하였다. 따라서 kefir

의 기능성 특성에 대한 최근 연구를 검토하여 향후 연구 방향을 모색하는 것이 필요하다. 따라서 본 총설 논문에서는 발효낙농유제품인 kefir 다양한 기능 및 특성을 알아보고자 이미 발표된 다양한 문헌 등을 정리하여 서술하였다.

발효낙농유제품인 Kefir

1908년 노벨상 수상자인 Elie Metchnikoff는 발효유가 가지는 유익한 가치에 대한 선구자적인 연구와 여기에 근거해서 장수이론을 제시하였다(Guzel-Seydim *et al.*, 2009). 발효 유제품의 기능적 특성에 있어서 체외(*in vitro*)에서 생체 내(*in vivo*) 연구를 통해서 발효유제품의 복잡 다양함을 더 많이 이해할 수 있고 또한 인간건강에 발효유제품의 효과를 알 수 있었다.

* 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

유산균은 건강에 긍정적인 효과를 제공하는 살아있는 미생물이다. 이전의 많은 연구는 발효 유제품이 소화기 계통의 건강 향상, 혈중 콜레스테롤 감소, 유당 내성 향상, 면역 개선 기능, 과민성 대장 증상의 조절뿐만 아니라, 항암 등의 probiotic 효과를 나타낸다고 보고하였다. 가장 널리 알려진 유익한 probiotic 미생물은 *Bifidobacteria species*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus salivarius*, 그리고 *Saccharomyces boulardii*로 확인되었다(Shah, 2007). Kefir grain으로부터 만들어진 kefir는 자연적인 probiotics로 주로 *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum*, 다양한 lactic acid bacteria, 그리고 많은 수의 효모이며, 또한 많은 과학자들은 기능성 발효유 제품을 개발하기 위해 노력을 하였다(Kok-Tas, 2010).

Parvez 등(2006)은 probiotic 미생물들은 발효유제품의 형태로 대부분 소비된다고 보고하였다. 발효유제품으로부터 유래한 생리활성 펩티드(Bioactive peptide)와 단백질은 림프구 증식과 면역 글로불린 생산을 촉진하는 효과, 고혈압 감소 그리고 장내 칼슘의 흡수를 증가하는 등의 중요한 건강적인 이로우를 제공한다(Guzel-Seydim *et al.*, 2006). 발효유의 항돌연변이 활성은 다양한 미생물과 포유류 세포 시스템에서 보고되었다. Pool-Zobel 등(1993)은 유산균(lactic acid bacteria)이 돌연변이 binding을 위한 높은 능력을 가지고 있다고 보고하였다.

Stidl 등(2008)은 고기의 조리 과정에서 생성되는 heterocyclic amines을 줄일 수 있는 유산균의 능력에 대한 연구를 하였는데, *Lactobacillus helveticus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum*, and *Lactobacillus kefir*가 heterocyclic aromatic amine 농도를 각각 83, 68, 59, 44, 42, 20, 10, 9% 씩 감소하였다. Nadathur 등(1995)은 *Salmonella typhimurium* TA100로 Ames 검사방법으로 아세트산으로 추출한 요구르트가 다양한 돌연변이 화학 물질에 대한 antimutagenicity을 연구하였는데, 발효 우유 샘플은 2,3-dimethyl-4-aminobiphenyl (DMAB)에 대하여 항돌연변이 효과를 가지며, 항돌연변이 화학물질로서 가장 활성이 높은 N-methyl-N-nitro-N-nitrosoguanidine (MNNG)에 직접 작용하는 것으로 밝혀졌다. 발효 우유의 섭취는 다양한 동물실험 연구에서 특정 유형의 종양의 성장을 억제하는 것으로 밝혀졌다(de Moreno de LeBlanc *et al.*, 2006).

1. Kefir와 Kefir Grains: 기원과 미생물군총

Kefir grains은 러시아 북부 카프카스 산악 지역의 부족

에 의해 처음 소개되었다. Kefir는 “kefir grains”의 발효 활동에 의해 생성되며, 내재하는 유산균의 다양한 종류, 효모, 때로는 반경질 과립의 다당류 매트릭스에 있는 acetic acid bacteria를 포함하기도 한다(Seydim, 2001).

Kefir grains을 우유에 첨가하고 25°C에서 22시간 정도 배양하면, grains에 존재하는 미생물들이 우유 속에서 지속적으로 증식하게 되어, 유산과 다른 풍미 성분들로 인하여 이화학적인 변화를 일으킨다(Guzel-Seydim *et al.*, 2000). 최종 제품인 kefir는 자기 탄산으로 상쾌한 발효유 음료가 되는데, 이는 젖산, 이산화탄소, 아세트 알데히드, 아세톤, 약간의 알코올 및 기타 발효 풍미 생성물 때문에 독특한 맛을 가지게 된다. 다른 발효유 제품과 다른 kefir의 특징 중에 하나는 발효 후에 kefir grains를 다시 회수할 수 있다는 것이다. Kefir grains의 바이오매스는 kefir 발효 과정에서 서서히 증가한다는 것이다(Gorsek and Tramsek, 2007). kefir 미생물군총의 정리는 Table 1에 요약되어 있다.

Kefir의 다양한 기능성 특성 및 치료 특성

Kefir의 기능적 특성은 아래에 항목별로 자세히 설명되어 있으며(Fig. 1), kefir의 치료 특성은 Table 2에 간략하게 정리되어 있다.

1. 유당 불내증 효과

세계 인구의 상당 부분이 유당불내증이며, 이것은 불충분한 장 β -galactosidase 활력 때문이다(Alm, 1982). 효소 β -galactosidase는 유당을 단당류인 포도당과 갈락토스로 분해한다. 갈락토시다아제의 활력이 없으면, 유당은 장관으로 그대로 전달되며, 대장균 박테리아는 유당을 분해하여 이산화탄소를 발생시키는데, 이것 때문에 속이 불편하고 위장 장애를 유발한다. 유산 발효하는 동안, 상당히 많은 양의 유당이 이용되고 유당의 전체 농도는 감소한다. De Viese 등(1992)은 유당 소화에 있어서 kefir 섭취 효과를 조사하였다. 동물 실험에서, 평균 식후 혈중 갈락토스 피크는 kefir 섭취를 통해서 30% 정도 향상이 되었다. Hertzler과 Clancy (2003)은 유당 소화장애를 가진 성인의 유당 소화 kefir의 효과를 결정하기 위해 인체 실험을 진행하였다. Kefir 섭취는 71%까지 심각한 장내 가스를 줄일 수 있었다.

2. 면역 체계의 자극

식이 유산균은 면역 시스템 자극하는 동물 연구가 진행되었다(Perdigon *et al.*, 1988). Thoreux와 Schmucker(2001)는 kefir 섭취를 통해서 젊은 성인 쥐에서 콜레라 독소에 대하여 특정 장내 점막 면역 반응을 증가한다고 보고하였다.

Table 1. Microflora species of lactic acid bacteria and yeast in kefir and kefir grains (Guzel-Seydim *et al.*, 2011)

Lactic acid bacteria	<i>Lactobacilli</i>	<i>Lactobacillus kefir</i>	Mobili <i>et al.</i> , 2009
		<i>Lactobacillus kefiranofaciens</i>	Vinderola <i>et al.</i> , 2006
		<i>Lactobacillus kefirgranum</i>	Takizawa <i>et al.</i> , 1994
		<i>Lactobacillus parakefir</i>	Garrote <i>et al.</i> , 2001
		<i>Lactobacillus brevis</i>	Mobili <i>et al.</i> , 2009
		<i>Lactobacillus plantarum</i>	Santos <i>et al.</i> , 2003
		<i>Lactobacillus helveticus</i>	Valasaki <i>et al.</i> , 2008
		<i>Lactobacillus acidophilus</i>	Santos <i>et al.</i> , 2003
		<i>Lactobacillus delbrueckii</i>	Santos <i>et al.</i> , 2003
		<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	Angulo <i>et al.</i> , 1993
		<i>Lactobacillus casei</i>	Simova <i>et al.</i> , 2002
		<i>Lactobacillus fructivorans</i>	Yoshida and Toyoshima, 1994
		<i>Lactobacillus hilgardii</i>	Yoshida and Toyoshima, 1994
		<i>Lactobacillus fermentum</i>	Angulo <i>et al.</i> , 1993
		<i>Lactobacillus viridescens</i>	Angulo <i>et al.</i> , 1993
		<i>Lactococci</i>	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i>
<i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> biovar. <i>diacetylactis</i>	Garrote <i>et al.</i> , 2001		
<i>Lc. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>	Mainville <i>et al.</i> , 2006		
<i>Streptococci</i>	<i>Streptococcus thermophiles</i>	Yuksekdag <i>et al.</i> , 2004	
	<i>Streptococcus cremoris</i>	Ergullu and Ucuncu, 1983	
	<i>Streptococcus faecalis</i>	Ergullu and Ucuncu, 1983	
	<i>Streptococcus durans</i>	Yuksekdag <i>et al.</i> , 2004	
	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	Garrote <i>et al.</i> , 2001	
Acetic acid bacteria	<i>Acetobacter</i> sp.	Garrote <i>et al.</i> , 2001	
	<i>Acetobacter pasteurianus</i>	Ottogalli <i>et al.</i> , 1973	
	<i>Acetobacter aceti</i>	Koreleva, 1991	
Yeast	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Angulo <i>et al.</i> , 1993	
	<i>Saccharomyces delbrueckii</i>	Engel <i>et al.</i> , 1986	
	<i>Candida kefir</i>	Berruga and Sanjose, 1997	
	<i>Kluyveromyces lactis</i>	Latorre Garcia <i>et al.</i> , 2007	
	<i>Issatchenkia orientalis</i>	Latorre Garcia <i>et al.</i> , 2007	
	<i>Saccharomyces unisporus</i>	Latorre Garcia <i>et al.</i> , 2007	
	<i>Saccharomyces exiguus</i>	Latorre Garcia <i>et al.</i> , 2007	
	<i>Saccharomyces humanticus</i>	Latorre Garcia <i>et al.</i> , 2007	
	<i>Kluyveromyces marxianus</i>	Wang <i>et al.</i> , 2008	
	<i>Saccharomyces turicensis</i>	Wang <i>et al.</i> , 2008	
	<i>Pichia fermentas</i>	Wang <i>et al.</i> , 2008	
	<i>Torulopsis holmii</i>	Iwasawa <i>et al.</i> , 1982	
	<i>Candida holmii</i>	Angulo <i>et al.</i> , 1993	
	<i>Torulospira delbrueckii</i>	Angulo <i>et al.</i> , 1993	
<i>Candida friedricchi</i>	Angulo <i>et al.</i> , 1993		
<i>Candida albicans</i>	Angulo <i>et al.</i> , 1993		

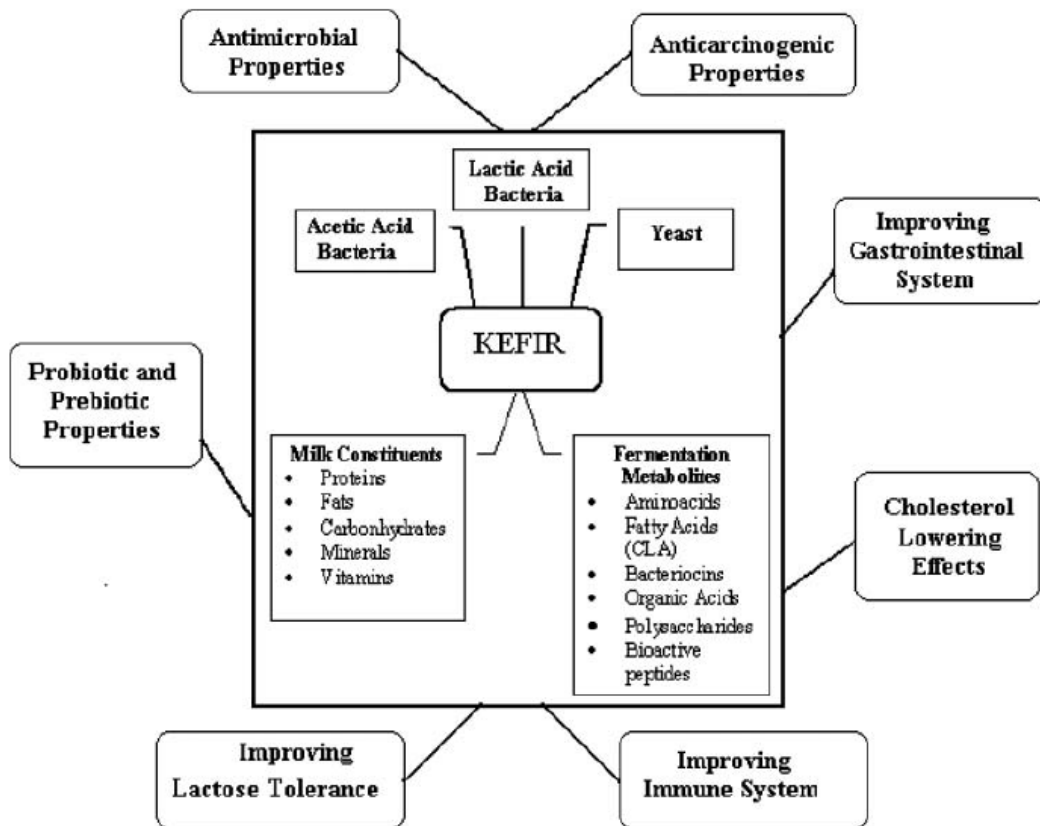


Fig. 1. Schematic diagram of various functional properties of kefir (Guzel-Seydim *et al.*, 2011).

Table 2. Various therapeutic characteristics of kefir or kefir grains (Ahmed *et al.*, 2013)

Therapeutic actions	Reference
Anticarcinogenic effect	Chen <i>et al.</i> , 2007
Antibacterial spectrum	Yuksekdag <i>et al.</i> , 2004
Effect of immune system	Vinderola <i>et al.</i> , 2006
Anti-inflammatory	Elias <i>et al.</i> , 2003
Hypocholesterolemic effect	Liu <i>et al.</i> , 2006
β -Galactosidase activity	Hertzler and Clancy, 2003
Gastrointestinal proliferation	Medrano <i>et al.</i> , 2009
Bacterial colonization	Jianzhong <i>et al.</i> , 2009
Anti-diabetic effect	Maeda <i>et al.</i> , 2004
Antiallergic properties	Lee <i>et al.</i> , 2007
Antioxidative properties	Guyen <i>et al.</i> , 2003
Effect on blood pressure level	Aihara <i>et al.</i> , 2005
Protection against apoptosis	Matsuu <i>et al.</i> , 2003

그러나 동일한 효과는 노화 쥐에서는 관찰되지 않았다. BALB/C 암컷 생쥐에 kefir 섭취는 장 점막 면역 반응을 조절하였는데, 이것은 살아있는(viable) 또는 열에 불활성된 박테리아

의 다른 농도를 함유한 kefir와 관계없이 IgA+와 IgG+ 세포는 kefir 섭취 후 증가하였기 때문이다. Vinderola 등(2005)에 의한 연구에서 마우스 창자의 장 점막 면역 반응을 얻을 수 있는 kefir 용량과 세포 생존 능력의 중요성이 조사되었다. kefir는 복강과 폐 대식세포의 식세포 활동을 증가하였다. 두 번째 연구에서는 kefir 미생물 *L. kefiranofaciens*에 의해 생성되는 kefiran의 면역 능력을 조사되었다. 7일 동안 kefiran (100 mg/kg)의 경구 투여는 결과적으로 IgA+ 세포의 수가 증가와 함께 창자 점막 반응이 향상되었고, 소장 IL-4, IL-6, IL-10+, 그리고 IL-6+ 세포도 동시에 증가하였다.

3. Kefir의 콜레스테롤 저해효과

Urdaneta 등(2007)은 장 효소 활성, 설탕 섭취 및 체중에 있어서 kefir 효과를 분석 하였다. 22일 동안 20마리의 female Wistar 쥐가 표준식 보충식과 kefir-보충식이 공급되었다. 장 dipeptidase의 증가된 활력은 kefir-보충 그룹에서 단백질 소화 개선이 증가되었다고 보고되었다. Kefir 보충제는 체중, 신체 성장 지수 및 장기 무게 등에는 어떠한 영향도 미치지 않았다. 중성 지방, 콜레스테롤 및 HDL 콜레스테롤의 수치가 kefir-보충 그룹에서 약간 증가하였다. Liu 등(2006)은 우

유 kefir와 두유 kefir가 햄스터의 혈청 중성 지방 및 총 콜레스테롤 농도를 저하한다고 보고하였다. Guven 등(2003)은 kefir와 요구르트를 섭취한 생쥐의 혈장 malonyldialdehyde 수준은 감소를 보고하였는데, 이것은 발효 낙농 제품이 지질 과산화에 대한 보호 효과를 가지기 때문이다. Kefir와 관련하여 이러한 상반되는 결과는 아마도 실험 연구에 사용되는 kefir grains에 있어서의 차이라고 사료된다. Yoshida 등(2005)은 α -mannan과 β -glucan과 같은 *Kluyveromyces marxianus* YIT 8292의 세포벽 물질은 결과적으로 쥐의 hypocholesterolemic 활동 결과를 보였다.

콜레스테롤 대사에 있어서 긍정적인 효과는 요구르트 섭취이며, 여기에 관련해서 다양한 가설들이 제안되어졌다 (Guven *et al.*, 2003). Vujicic 등(1992)은 kefir grain들은 흡수되어 20°C에서 24시간 배양한 우유에서는 최대 62%까지 감소되었으며, kefir에 배양하고 10°C에서 48시간 저장하였을 때는 최대 84%까지 감소되었다. Yoon 등(1999)은 콜레스테롤 동화는 균에 의존하며, kefir로부터 분리한 *L. acidophilus* CU673는 가장 높은 68.8% 감소의 콜레스테롤 동화 활동을 나타내었으며, *L. plantarum*, *L. paracasei*, 그리고 일부 *Bifidobacterium* 균주 또한 콜레스테롤 동화 활동을 보였다. St-Onge 등(2002)은 hypocholesterolemic 남자 13명이 kefir 섭취 후 혈장 지질 농도가 감소하지 않았다는 한 편의 임상 연구보고를 하였다.

Caprine 우유로부터 제조된 kefir에서 Angiotension 전환 효소(ACE) 저해 활성이 밝혀졌다(Fig. 2). 이 활성은 주요 우유 단백질 카제인으로부터 분리되는 저분자량 펩티드의 형성에 기인하기 때문이다(Quiros *et al.*, 2005). 16개의 펩타

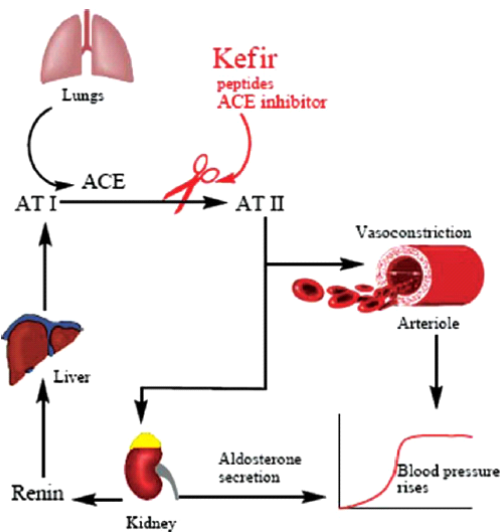


Fig. 2. Role of kefir in regulating blood pressure (Ahmed *et al.*, 2013).

이드가 역상(reverse phase) HPLC에 의해 수집된 분획에서 발견되었다. 그 중에서 2개 펩타이드(PYVRYL 및 LVYPFTGPPN)가 ACE 저해 활성을 가졌다. Maeda 등(2004) kefir의 섭취는 혈압을 효과적으로 감소시킨다고 보고하였다. SHRSP/Hos 쥐의 혈청 및 흉부 대동맥의 ACE 활성은 kefir을 급여한 모든 그룹에서 효과적으로 감소를 보였다. 혈청에서 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, 중성 지방의 낮은 수치 또한 관찰되었다.

4. 항균

Marquina 등(2002)은 kefir의 섭취는 유산균의 숫자를 증가시키고, 마우스 대장의 점막에서 장내 세균과 Clostridia의 숫자를 감소시킨다고 보고하였다. Kakisu 등(2007)은 5% kefir grain의 도입은 *Bacillus cereus*의 성장을 방지할 수 있지만, 1% kefir grain의 도입으로는 비슷한 효과가 생성하지 않았다고 보고하였다. Medrano 등(2008)은 kefir의 농도가 300~1,000 mg/L일 때, *Bacillus cereus* B 10502로부터 Caco-2 세포를 보호한다고 하였다. 이 연구에서 kefir이 배양 장 세포를 *B. cereus*는 B10502 상층액의 활성으로부터 충분히 보호할 수 있다는 것을 보여주었고 있다. 또한 세포독성실험시 미토콘드리아 탈수소 효소 활성이 kefir의 존재할 때 높은 것으로 나타났다. Kefiran은 *B. cereus*에 의해 구조적인 세포 손상에 대한 보호 효과를 부여하는 것이 주사전자현미경(SEM)에 의해 밝혀졌다.

Rodrigues 등(2005)은 kefir의 cicatrizing 효과를 확인하기 위해 0.1 mL의 *Staphylococcus aureus* 접종과 피부 괴사(lesions)가 유도된 Wistar 쥐를 사용하여 동물 연구를 실시하였다. 이 연구에서는 음성 대조군은 NaCl, 양성 대조군은 neomycin-clostebol emulsion, 또는 kefir gel을 상처에 붙여서 관찰해 보았다. 70% kefir gel로 7일간 연속 치료하였을 때가 양성대조군인 neomycin-clostebol emulsion으로 하였을 때보다 향상된 상처 치유 효과를 보였다.

Kefir는 많은 병원성 미생물에 대한 항균 효과를 가지고 있는데, 이것은 organic acids, hydrogen peroxide, acetaldehyde, carbon dioxide, 그리고 bacteriocins의 생성에 기인하기 때문이다(Powell *et al.*, 2007). 예를 들면, 3.5 kDa의 bacteriocin은 kefir에 있는 *Lactobacillus plantarum* ST8KF에서 확인되었다. Freeze-dried 상업 스타터 균주(PROBAT KC3, Danisco, Denmark)에서 생산되는 kefir의 항미생물 효과는 *Staphylococcus aureus*(ATCC 29213), *Bacillus cereus*(ATCC 11778), *Salmonella enteritidis*(ATCC 13076), *Listeria monocytogenes*(ATCC 7644), and *Escherichia coli*(ATCC 8739)에 나타났는데, 이것은 ampicillin과 gentamycin의 능력과 비슷하였다(Ulusoy *et al.*, 2007). 항균 효과는 24시간과 48시간의 발효 후 그리고 7일 저온

저장 중에도 나타났다. 항생제와 kefir 샘플에 의해 형성 억제 영역은 각 병원체에 마다 매우 비슷하였다. 예를 들면, 대장균 억제 영역(직경)은 19.5 mm(24시간 발효 kefir), 18.6 mm(48시간 발효 kefir), 20.2 mm(ampicillin), 20.8 mm(gentamycin)로 나타났다. Kefir 항균 활성은 ampicillin과 gentamycin 처럼 효과가 있지만, 발효 시간 또는 저온 저장 기간은 항균 활성에 전혀 영향을 주지 않았다(Ulusoy *et al.*, 2007).

Santos 등(2003)은 kefir로부터 분리된 *Lactobacillus* spp.의 probiotic 특성을 연구하였다. 특히, 인간의 장 세포에 대한 모델인 Caco-2 세포를 이용하였다. *Lactobacillus* spp. 균주는 Caco-2 세포의 접착 능력, pH 2.5와 담즙산에 대한 내성, 항균 프로필 활력, *S. typhimurim*의 억제 등을 조사하였다. *L. acidophilus* CYC10051과 *L. kefiranofaciens* CYC 10058는 매우 강력한 probiotic 특성을 가졌다.

5. Kefir의 항돌연변이 및 항암

Shiomi 등(1982)은 kefir grains으로부터 분리한 수용성 다당류(대략적인 분자량 1,000 kDa의)가 항종양 효과가 있다고 보고하였다. Kefir 유래 다당류를 투여하지 않은 대조군과 비교하여 kefir 유래 다당류를 경구 또는 복강으로 투여한 쥐에서 Ehrlich 암과 Sarcoma 180의 성장 저해가 있었다(Medrano *et al.*, 1983). Exopolysaccharide kefiran이 항균 및 항암 활성을 나타낸다는 많은 연구에 진행되었다(Fig. 3). 인위적으로 유방암이 유전된 마우스 연구에서 de Moreno de LeBlanc 등(2006)은 27일 동안 kefir와 kefir의 세포가 없는 부분을 동시에 이들 순환 방식으로 급여한 마우스에서 종양의 성장이 감소되었고, IgA(+) 세포는 증가되었다고 보고하였다. 이 연구의 결과는 우유 발효 중에 방출되는 nonmicrobial 성분의 중요성을 입증하는 것이다.

종양은 암(carcinomas)이나 육종(sarcomas)으로 분류된다. 육종 종양은 뼈, 지방, 연골 같은 지원 또는 결합 조직에서 파생된다(Kuby, 1994). 육종 180은 마우스의 이식 가능하고 비전이성이며, 결합 조직 종양 중의 하나이다. Liu 등(2002)은 시작 1주부터 환원우유, milk kefir, 두유, 두유 kefir를 급여한 마우스에 Sarcoma 180 tumor cells을 복부 피부 아래 주사하였다. 30일째, 각 그룹의 종양의 크기는 조사하였는데, 양성대조군, 우유, milk kefir, 두유, 두유 kefir에서 각각 1,631±753, 2,115±901, 574±335, 1,017±770, 475± 292 mm³로 나타났다. 결과적으로, 우유 또는 두유에서 생성 kefir의 경구 투여 시 종양 성장을 유의적으로 억제하는 결과를 보였다. 콩은 식물성 에스트로겐의 범주에 속하는 isoflavone인 genistein을 많이 포함하고 있다. Genistein은 암세포의 억제 및 뼈 건강을 개선하기 때문에 건강을 증진시킨다(Taylor *et al.*, 2009). 두유와 두유 kefir의 genistein 농도는 각각 약 47과 50 µg/g였다. 그러나, 두유 kefir의 종양 억제 효과가 두유 isoflavone 함량과 관련이 없는 것으로 결론을 내렸다. 더 나아가서, 소장 벽(small intestine wall)에 있어서 IgA 수치 또한 증가하였다.

그러나 Hlastan-Ribic 등(2005)은 대장 상피 종양을 가진 Wistar 쥐가 지방 1.1%와 3.5% 우유로 만들어진 kefir를 공급하였는데, kefir의 어떠한 보호 효과도 본 연구에서 관찰되지 않았다. Azoxymethane의 독성에 대한 생쥐에 있어서 kefir와 비타민 C의 보호 효과는 Sozmen 등(2005)에 의해 연구하였다. 일반적으로 azoxymethane은 생쥐에서 심각한 간 병변을 유발하는데, kefir 투여한 후 간 병변의 심각도가 감소됨을 보고하였다. Cenesiz 등(2008)은 azoxymethane에 의해 유도된 대장 이상 토굴 형성 쥐에서 kefir가 항산화 효과가 있다고 결론을 내렸다. Azoxymethane 그룹에서는 malondialdehyde와 nitric oxide 수준이 간, 위장, 비장, 대

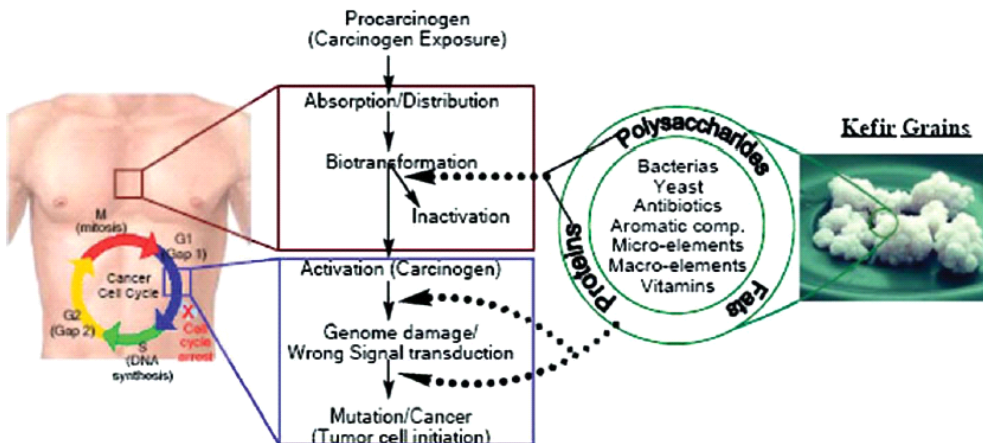


Fig. 3. Tumor formation in body and proposed sites of action of kefir or kefir grains (Ahmed *et al.*, 2013).

장에서 증가하였지만, kefir-azoxymethane 그룹은 조금 높게 증가함을 보여주었다.

Guzel-Seydim 등(2006)은 Ames Test 방법으로 우유, 요구르트, kefir 샘플에서 항 돌연변이 활동을 각각 비교 실험하였다. kefir 추출물이 돌연변이에 의해서 유발된 methyl methanosulfate, sodium azide, aflatoxin B₁을 유효적으로 감소하였지만, 요구르트 추출물과 우유는 돌연변이를 감소하는 비율이 낮게 나타났다. Guzel-Seydim 등(2006)은 CLA의 세 가지 이성질체([C9, T11], [T10, C12] 및 [T9, T11])와 butyric, palmitic, palmitoleic, oleic acids은 요구르트와 우유보다 kefir에서 농도가 더 높음을 보고하였다. 항암효능 이외에도 CLA는 hypocholesterolemic 및 항 동맥 경화 효과가 있는데, 이것은 동맥의 atheromas(플라크)의 형성으로 야기되는 동맥 경화를 막아주기 때문이다(Miller *et al.*, 1995). Liu 등(2005)은 우유와 두유 kefir 샘플이 Ames test 방법으로 N-methyl-N-nitro-N-nitrosoguanidine(MNNG)과 4-nitroquinoline-N'-oxide(NQNO) 돌연변이를 유의적으로 감소함을 보고하였다. NQNO 돌연변이에 대한 우유 kefir와 두유 kefir의 억제 비율은 각각 89.3%와 68.8%를 보였다. 우유 kefir와 두유 kefir의 1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl(DPPH) 라디칼 소거능력은 발효의 마지막 부분에서 유의적으로 증가하였다(Liu *et al.*, 2005).

요 약

다양한 건강 증진 및 의료적인 능력을 가진 영양 식품이 많은 관심을 받아 오고 있다. 이러한 이유 때문에 kefir가 다른 발효유제품보다 소비가 증가되고 있는 실정이다. 왜냐하면 기능성 식품 및 치료적인 활력이 다른 발효유제품보다 매우 높은 kefir 및 kefir 관련 제품이기 때문이다. Kefir의 유일한 건강 특성은 단백질, 비타민, 산화 방지제, 미네랄, 특정 생물 기원 물질에 기인한다. Kefir와 관련된 건강 관련 특성으로는 위장 촉진, 항균 능력, 항암 효과, hypocholesterolemic 효과, 항당뇨병 효과, 항돌연변이 활성, β -galactosidase 활력, scavenging 활력, 유산 함량, 지질 및 혈압 제어 효과, 세포 사멸에 대한 보호, 항알레르기 특성, 항염증 작용, 세균 정착능, 면역 시스템 활성화 등이 알려져 있다. 따라서 kefir는 장내 미생물을 정상화 할 수 있으며, 유아부터 성인까지 매우 적합한 발효유제품이다. Kefir는 제품 제조 시 스타터 균주로서 사용되는 독특하고 다종의 자연적인 kefir grain 때문에 특유의 발효유제품이다. Kefir의 미생물학적 및 화학적 조성은 고유의 유산균과 효모에 의한 복합적인 probiotics 효과를 제공한다. 발효 중에 생성되는 대사 물질들은 약효 식품(neutraceutical) 활력이 입증되었다. 이러한 긍정적인 건

강 속성은 kefir는 매우 가치 있는 식품에 근거해서 추가적인 실험과 임상 연구를 통해서만 가능할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 농림축산식품부 농림수산식품기술기획평가원 생명산업기술개발사업(no. 112137-3)에 의해 이루어졌습니다. 또한 한국연구재단 일반연구지원사업(2012R1A13A-2012009237)의 연구비 지원을 받았습니다.

참고문헌

1. Ahmed, Z., Wang, Y., Ahman, A., Khan, S. T., Nisa, M., Ahmad, H. and Afreen, A. 2013. Kefir and health: A contemporary perspective. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 53:422-434.
2. Aihara, K., Kajimoto, O., Hirata, H., Takahashi, R. and Nakamura, Y. 2005. Effect of powdered fermented milk with *Lactobacillus helveticus* on subjects with high-normal blood pressure or mild hypertension. *J. Am. College Nutri.* 24:257-265.
3. Alm, L. 1982. Effect of fermentation on lactose, glucose, and galactose content in milk and suitability of fermented milk products for lactose intolerant individuals. *J. Dairy Sci.* 65:346-352.
4. Angulo, L., Lopez, E. and Lema, C. 1993. Microflora present in kefir grains of the Galician region (North-west of Spain). *J. Dairy Res.* 60:263-267.
5. Berruga, M. I., Jaspe, A. and San Jose, C. 1997. Selection of yeast strains for lactose hydrolysis in dairy effluents. *Int. Biodeter. Biodegr.* 40:119-123.
6. Cenesiz, S., Devrim, A. K., Kamber, U. and Sozmen, M. 2008. The effect of kefir on glutathione (GSH), malondialdehyde (MDA) and nitric oxide (NO) levels in mice with colonic abnormal crypt formation (ACF) induced by azoxymethane (AOM). *Deut. Tierarztl. Woch.* 115:15-19.
7. Chen, C., Chan, H. M. and Kubow, S. 2007. Kefir extracts suppress *in vitro* proliferation of estrogen-dependent human breast cancer cells but not normal mammary epithelial Cells. *J. Med. Food* 10:416-422.
8. de Moreno de LeBlanc, A., Matar, C., Farnworth, E. and Perdigon, G. 2006. Study of immune cells involved in the antitumor effect of kefir in a murine breast cancer model. *J. Dairy Sci.* 90:1920-1928.

9. De Viese, M., Keller, B. and Barth, C. A. 1992. Enhancement of intestinal hydrolysis of lactose by microbial β -galactosidase (EC 3.2.1.23) of kefir. *Br. J. Nutr.* 67: 67-75.
10. Elias, J. A., Lee, C. G., Zheng, T., Ma, B., Homer, R. J. and Zhu, Z. 2003. New insights into the pathogenesis of asthma. *J. Clin. Invest.* 111:291-297.
11. Engel, G., Krusch, U. and Teuber, M. 1986. Microbiological composition of kefir. I. Yeasts. *Milchwissenschaft* 41: 418-421.
12. Ergu \ddot{u} llu \ddot{u} , E. and U \ddot{c} u \ddot{u} ncu \ddot{u} , M. 1983. Studies on kefir microflora (in Turkish). *Food* 8:3-10.
13. Garbers, I. M., Britz, T. J. and Witthuhn, R. C. 2004. PCR-based DGGE typification and identification of the microbial consortium present in kefir grains. *World J. Microb. Biot.* 20:687-693.
14. Garrote, G. L., Abraham, A. G. and De Antoni, G. L. 2001. Chemical and microbiological characterisation of kefir grains. *J. Dairy Res.* 68:639-652.
15. Gorsek, A. and Tramsek, M. 2007. Quantitative examination of process parameters during kefir grain biomass production. *Int. J. Chem. React. Eng.* 5:1-8.
16. Guven, A., Guven, A. and Gulmez, M. 2003. The effect of kefir on the activities of GSH-Px, GST, CAT, GSH and LPO levels in carbon tetrachloride induced mice tissues. *J. Vet. Med. B.* 50:412-416.
17. Guzel-Seydim, Z. B., Kon-Tas, T., Greene, A. K. and Seydim, A. C. 2011. Review: Functional properties of kefir. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 51:261-268.
18. Guzel-Seydim, Z. B., Seydim, A. C., Greene, A. K. and Bodine, A. B. 2000. Determination of organic acids and volatile flavor substances in kefir during fermentation. *J. Food Compos. Anal.* 13:35-43.
19. Guzel-Seydim, Z. B., Seydim, A. C., Greene, A. K. and Tas, T. 2006. Determination of antimutagenic properties of some fermented milks including changes in the total fatty acid profiles including CLA. *Int. J. Dairy Technol.* 59:209-215.
20. Hertzler, S. R. and Clancy, S. M. 2003. Kefir improves lactose digestion and tolerance in adults with lactose maldigestion. *J. Am. Diet. Assoc.* 103:582-587.
21. Hlastan-Ribi \check{c} , C., Cerar, A., Pokorn, D., Per \check{c} se, M. and Zebi \check{c} , A. 2005. Effects of kefir containing various levels of fat on chemically induced colorectal epithelial tumors in Wistar rats. *Nutr. Res.* 25:55-63.
22. Iwasawa, S., Ueda, M., Miyata, N., Hirota, T. and Ahiko, K. 1982. Identification and fermentation character of kefir yeast. *Agr. Biol. Chem.* 46:2631-2636.
23. Jianzhong, Z., Xiaoli, L., Hanhu, J. and Mingsheng, D. 2009. Analysis of the microflora in Tibetan kefir grains using denaturing gradient gel electrophoresis. *Food Microbiol.* 26:770-775.
24. Kakisu, E. J., Abraham, A. G., P \acute{e} rez, P. F. and De Antoni, G. L. 2007. Inhibition of *Bacillus cereus* in milk fermented with kefir grains. *J. Food Protec.* 70:2613-2616.
25. Kojic, M., Lozo, J., Begovic, J., Jovcic, B. and Topisirovic, L. 2007. Characterisation of lactococci isolated from homemade kefir. *Arch. Biol. Sci.* 59:13-22.
26. Kok-Tas, T. 2010. Effects of controlled atmosphere application on kefir grains and kefir. PhD thesis. Suleyman Demirel University, Isparta, Turkey.
27. Koroleva, N. S. 1991. Products prepared with lactic acid bacteria and yeasts. Page 159 in *Therapeutic properties of fermented milks*. R. IC Robinson, ed. Elsevier Sci. Publ., New, York, NY.
28. Kroger, M. 1993. Kefir. *Cultured Dairy J.* 28:26-29.
29. Kubly, J. 1994. *Immunology*. Second Edition. W. H. Freeman and Company. p. 580.
30. Latorre-Garcia, L., del Castillo-Agudo, L. and Polaina, J. 2007. Taxonomical classification of yeasts isolated from kefir based on the sequence of their ribosomal RNA genes. *World J. Microb. Biot.* 23:785.
31. Lee, M. K., Ahn, K. S., Kwon, O. K., Kim, M. J., Kim, M. K., Lee, I. N., Oh, S. R. and Lee, H. K. 2007. Anti-inflammatory and anti-allergic effects of kefir in a mouse asthma model. *Immunobiology* 212:647-654.
32. Liu, J., Wang, S., Lin, Y. and Lin, C. 2002. Antitumor activity of milk kefir and soy milk kefir in tumor-bearing mice. *Nutr. Cancer.* 44:183-187.
33. Liu, J. R., Wang, S. Y., Chen, M. J., Chen, H. L., Yueh, P. Y. and Lin, C. W. 2006. Hypocholesterolaemic effects of milk-kefir vs soymilk-kefir in cholesterolfed hamsters. *Brit. J. Nutr.* 95:939-946.
34. Liu, J.-R., Chen, M.-J. and Lin C.-W. 2005. Antimutagenic and antioxidant properties of milk-kefir and soymilk-kefir. *J. Agric. Food Chem.* 53:2467-2474.
35. Maeda, H., Zhu, X., Suzuki, S., Suzuki, K. and Kitamura,

- S. 2004. Structural characterization and biological activities of an exopolysaccharide kefiran produced by *Lactobacillus kefiranofaciens* WT-2B(T). *J. Agric. Food Chem.* 52: 5533-5538.
36. Mainville, I., Robert, N., Lee, B. H. and Farnworth, E. R. 2006. Polyphasic characterization of the lactic acid bacteria in kefir. *Syst. Appl. Microbiol.* 29:1, 59-68.
37. Marquina, D., Santos, A., Corpas, I., Munoz, J., Zazo, J. and Pienado, J. M. 2002. Dietary influence of kefir on microbial activities in the mouse bowel. *Lett. Appl. Microbiol.* 35:136-140.
38. Matsuu, M., Shichijo, K., Okaichi, K., Wen, C. Y., Fukuda, E., Nakashima, M., Nakayama, T., Shirahata, S., Tokumaru, S. and Sekine, I. 2003. The protective effect of fermented milk kefir on radiation-induced apoptosis in colonic crypt cells of rats. *J. Dairy Res. (Tokyo)* 44(2):111-115.
39. Medrano, M., P'erez, P. F. and Abraham, A. G. 2009. Kefiran protects Caco-2 cells from cytopathic effects induced by *Bacillus cereus* infection. *Antonie van Leeuwenhoek* 96:505-513.
40. Medrano, M., P'erez, P. F. and Abraham, A. G. 2008. Kefiran antagonizes cytopathic effects of *Bacillus cereus* extracellular factors. *Int. J. Food Microbiol.* 122:1-2.
41. Miller, G. D., Jarvis, J. K. and McBean, L. D. 1995. Dairy foods and colon cancer. In: *Handbook of dairy foods and nutrition*. pp. 69-88. Miller et al., Eds., CRC Press, Boca Raton, FL.
42. Mobili, P., Londero, A., Maria, T. M. R., Eus'ebio, M. E. S., De Antoni, G. L., Fausto, R. and G'omez-Zavaglia, A. 2009. Characterization of S-layer proteins of *Lactobacillus* by FTIR spectroscopy and differential scanning calorimetry. *Vib. Spectrosc.* 50:1, 68-77.
43. Nadathur, S. R., Gould, S. J. and Bakalinsky, A. T. 1995. Antimutagenicity of an acetone extract yogurt. *Mut. Res.* 334:213-224.
44. Ottogalli, G., Galli, A., Resmini, P. and Volonterio, G. 1973. Composizione microbiologica, chimica ed ultrastruttura dei granuli di kefir. *Annuario Microbiologia.* 23:109-121.
45. Parvez, S., Malik, K. A., Kang, S. A. and Kim, H. Y. 2006. Probiotics and their fermented food products are beneficial for health. *J. Appl. Microbiol.* 100:1171-1185.
46. Perdigon, G., Nader de Macias, E., Alvarez, S., Medici, M., Oliver, G. and Pesce de Ruiz Holgado, A. 1988. Systematic augmentation of the immune response in mice by feeding fermented milks with *Lactobacillus casei* and *Lactobacillus acidophilus*. *Immunology* 63:17-23.
47. Pool-Zobel, B. L., Munzner, R. and Holzapfel, W. H. 1993. Antigenotoxic properties of lactic acid bacteria in the *S. typhimirium* mutagenicity assay. *Nutr. Cancer. Bull.* 20: 261-270.
48. Powell, J. E., Witthuhn, R. C., Todorov, S. D. and Dicks, L. M. T. 2007. Characterization of bacteriocin ST8KF produced by a kefir isolate *Lactobacillus plantarum* ST8KF. *Int. Dairy J.* 17:190-198.
49. Quir'os, A., Hern'andez-Ledesma, B., Ramos, M., Amigo, L. and Recio, I. 2005. Angiotensin-converting enzyme inhibitory activity of peptides derived from caprine kefir. *J. Dairy Sci.* 88:3480-3487.
50. Rodrigues, K., Caputo, L., Carvalho, J., Evangelista, J. and Schneedorf, J. 2005. Antimicrobial and healing activity of kefir and kefir extract. *Int. J. Antimicrob. Ag.* 25:404-408.
51. Santos, A., San Mauro, M., Sanchez, A., Torres, J. M. and Marquina, D. 2003. The antimicrobial properties of different strains of *Lactobacillus* spp. isolated from kefir. *Syst. Appl. Microbiol.* 26:434-437.
52. Seydim, Z. B. 2001. Studies on fermentative, microbiological and biochemical properties of kefir and kefir grains. Ph.D. Dissertation, Clemson University, Clemson, SC.
53. Shah, N. P. 2007. Functional cultures and health benefits. *Int. Dairy J.* 17:1262-1277.
54. Shiomi, M., Sasaki, K., Murofushi, M. and Aibara, K. 1982. Antitumor activity in mice orally administered polysaccharide from kefir grain. *Jpn. J. Med. Sci. Biol.* 35:75-80.
55. Simova, E., Beshkova, D., Angelov, A., Hristozova, T., Frengova, G. and Spasov, Z. 2002. Lactic acid bacteria and yeasts in kefir grains and kefir made from them. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology* 28:1-6.
56. Sozmen, M., Erginsoy, S. D., Cenesiz, S. and Devrim, A. K. 2005. The protective effect of kefir and vitamin C on azoxymethane induced toxicity and induction of metallothionein in mice. *Scand. J. Lab. Anim. Sci.* 32: 211-220.
57. Stidl, R., Sontag, G., Koller, V. and Knasm'uller, S. 2008. Binding of heterocyclic aromatic amines by lactic acid bacteria: Results of a comprehensive screening trial.

- Mol. Nutr. Food Res. 52(3):322-329.
58. St-Onge, M. P., Farnworth, E. R., Savard, T., Chabot, D., Mafu, A. and Jones, P. J. H. 2002. Kefir consumption does not alter plasma lipid levels or cholesterol fractional synthesis rates relative to milk in hyperlipidemic men. *BMC Complement. Alter. Medicine* 2:1-7.
 59. Takizawa, S., Kojima, S., Tamura, S., Fujinaga, S., Benno, Y. and Nakase, T. 1994. *Lactobacillus kefirgranum* sp. nov. and *Lactobacillus parakefir* sp. nov., two new species from kefir grains. *Int. J. Syst. Bacteriology* 44:435-439.
 60. Taylor, C. K., Levy, R. M., Elliott, J. C. and Burnett, B. P. 2009. The effect of genistein aglycone on cancer and cancer risk: A review of *in vitro*, preclinical, and clinical studies. *Nut. Rev.* 67:398-415.
 61. Thoreux, K. and Schmucker, D. L. 2001. Kefir milk enhances intestinal immunity in young but not old rats. *Journal of Nutrition* 131:807-812.
 62. Ulusoy, B. H., Colak, H., Hampikyan, H. and Erkan, M. E. 2007. An *in vitro* study on the antibacterial effect of kefir against some food-borne pathogens. *Turkish Microbiol. Soc.* 37:103-107.
 63. Urdaneta, E., Barrenetxe, J., Aranguren, P., Irigoyen, A., Marzo, F. and Ibáñez, F. 2007. Intestinal beneficial effects of kefir-supplemented diet in rats. *Nutr. Res.* 27: 653-658.
 64. Valasaki, K., Staikou, A., Theodorou, L. G., Charamopoulou, V., Zacharaki, P. and Papamichae, E. M. 2008. Purification and kinetics of two novel thermophilic extracellular proteases from *Lactobacillus helveticus*, from kefir with possible biotechnological interest. *Bioresource Technol.* 9:13, 5804-5813.
 65. Vinderola, C. G., Duarte, J., Thangavel, D., Perdigo'n, G., Farnworth, E. and Matar, C. 2005. Immunomodulating capacity of kefir. *J. Dairy Res.* 72:195-202.
 66. Vinderola, G. C., Perdigo'n, G., Duarte, J., Farnworth, E. and Matar, C. 2006. Effects of the oral administration of the products derived from milk fermentation by kefir microflora on immune stimulation. *J. Dairy Res.* 73:472-479.
 67. Vujcic, I. F., Vulic, M. and Konyves, T. 1992. Assimilation of cholesterol in milk by kefir cultures. *Biotechnol. Lett.* 14:847-850.
 68. Wang, S. Y., Chen, H. C., Liu, J. R., Lin, Y. C. and Chen, M. J. 2008. Identification of yeasts and evaluation of their distribution in Taiwanese kefir and Viili starters. *J. Dairy Sci.* 91:3798-3805.
 69. Yoon, Y. H., Cho, J. K., Baek, Y. J. and Huh, C. S. 1999. Antimutagenic activity of *Lactobacillus* spp. isolated from kefir and yoghurt and non-starter strains. *Korean J. Animal Sci.* (in Korean, abstract only) 41:39-44.
 70. Yoshida, T. and Toyoshima, K. 1994. Lactic acid bacteria and yeast from kefir. *J. Japan Soc. Nutr. Food Sci.* 47: 55-59.
 71. Yoshida, Y., Yokoi, W., Ohishi, K., Ito, M., Naito, E. and Sawada, H. 2005. Effects of the cellwall of *Kluyveromyces marxianus* YIT 8292 on the plasma cholesterol and fecal sterol excretion in rats fed on a high-cholesterol diet. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 69:4, 714-723.
 72. Yuksekdog, Z. N., Beyatli, Y. and Aslim, B. 2004. Determination of some characteristics coccoid forms of lactic acid bacteria isolated from Turkish kefir with natural probiotic. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie.* 37:663-667.

(Received: August 9, 2013 / Accepted: September 15, 2013)