

Kefir의 투여가 당뇨병 마우스의 혈당치에 미치는 영향

이종익 · [†]송광영* · 천정환* · 현지연* · 김현숙** · 서건호*

건국대학교 동물생명과학대학 축산식품생물공학전공, *건국대학교 수의과대학 공중보건학전공,
^{**}캘리포니아 대학교(UC Davis) 영양학과

Effects of Oral Administering Kefir on Blood Glucose Levels in Diabetic Mice

Jong-Ik Lee, [†]Kwang-Young Song*, Jung-Whan Chon*, Ji-Yeon Hyeon*, Hyunsook Kim** and Kun-Ho Seo*

Dept. of Food Science and Biotechnology of Animal Resources, College of Animal Bioscience & Technology,
Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

*Dept. of Public Health, College of Veterinary Medicine, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

**Dept. of Nutrition, University of California, Davis, CA 95616, USA

Abstract

This study was conducted to investigate the effect of oral administering kefir on blood glucose levels in diabetic mice. Kefir(10 ml/kg body weight) was orally administered to diabetic mice twice daily for 45 days. Diabetic mice fed saline or 10% skim milk were used as a control. No significant difference in feed intake and weight gain were observed among the treatments. Compared to the saline-fed or skim milk-fed group, blood glucose in the kefir-fed group decreased significantly at 45 days($p<0.05$). At 45 days, serum triglyceride and non-esterified fatty acid concentrations in diabetic mice fed kefir decreased significantly compared to those of the saline and skim milk groups($p<0.05$). Both high density lipoprotein and low density lipoprotein concentrations were not significantly different among the three treatment groups. In conclusion, the symptoms of diabetic mice improved when kefir was fed for >45 days.

Key words: kefir, diabetic mice, lipid, triglyceride, blood glucose level

서론

Kefir는 유산과 알코올 발효유가 원조로 kefir의 명칭은 터키어로 안녕을 의미하는 케푸(keif)로부터 유래되었으며(Kandler & Kunath 1993; Shiomi 등 1982; Lee 등 2010), kefir grain을 starter culture로 첨가하여 만들며, *Saccharomyces kefir* 및 *Streptococcus cremoris*와 *Betabacterium caucasicum* 등으로 구성된 미생물과 이들로부터 만들어진 수용성 polysaccharides를 포함하는 것으로 알려져 있다(Shiomi 등 1982). Kefir는 kefir grain을 접종 발효하기 때문에 유산균에 의한 발효유보다도 kefir grain 중의 효모와 초산균에 의해 vitamin B군을 다량 생산하며, 우유 성분 이외에 소화 촉진 작용과 항암 작용도 있다고 보고되었다(Kandler & Kunath 1993; Shiomi 등 1982). Kefir

grain의 조성은 일반적으로 지방 3.5~4.4%, 단백질 32.6~34.3%, 탄수화물 45.7~56.2%, 회분 6~12.1%라고 보고하였다(Ottogalli 등 1973; Duitschaever 등 1988, Chen 등 2009).

한편, 서구식 식생활이 도입되면서 성인병으로 비만, 당뇨병, 고혈압, 동맥경화 및 심장혈관계질환 등이 늘어나고 있다. 당뇨병 환자의 혈당 농도와 고혈압 환자의 혈압 강하를 위한 식이 조절의 측면에서 kefir와 같은 발효유의 섭취로 인한 개선 효과가 기대가 된다(Quiros 등 2005; De Moreno de LeBlanc 등 2007). 성인병의 주요 원인 인자 중 혈당 농도는 음식 섭취량에 따라 생합성이 조절되어 정상인에서 일정하게 유지되나, 과량으로 섭취시 여러 가지 대사성 질환을 유발할 수도 있기 때문에 최근에는 천연물의 성인병 예방 및 치료 효과에 관심이 모아지고 있으며, 당뇨병 환자의 혈당을 낮추

[†] Corresponding author: Kwang-Young Song, Dept. of Public Health, 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

기 위한 것이나, 항산화 작용을 강화한 기능성 식품에 대한 연구도 활발히 이루어지고 있다(Adachi 등 1990; Toba 등 1991; Kwak 등 1996). Kefir는 혈당치의 저하를 비롯하여 면역 증강 작용, 항종양 작용, 항알러지 작용의 효능이 인정되어 러시아에서는 환자식으로도 이용되고 있다(Kwak 등 1996; Nakajima 등 1990; Baek 1993). 이러한 kefir의 생리활성은 많은 사람들의 주목을 끌고 있으며, 당뇨병과 같은 성인병에도 영향을 미칠 것으로 기대되고 있다(De Moreno de LeBlanc 등 2007; Nakajima 등 1990; Oda 등 1983; Kourkoutas 등 2007). 국내는 물론 해외에서도 kefir 섭취 요법에 의한 당뇨병의 치료 효과에 관한 연구는 초기 시작 단계이기 때문에, kefir가 당뇨병 치료 보조식품으로서 이용 가능성이 있는지를 검토하고 연구할 가치가 있다고 사료된다. 따라서, 본 연구의 목적은 당뇨병 마우스에 kefir를 투여하여 혈당과 기타 성분을 측정하여 당뇨병 치료 보조식품의 가능성을 규명하는데 있다.

재료 및 방법

1. 당뇨병 마우스와 Kefir 투여

Kefir를 투여하였을 때 당뇨병 마우스의 혈당치에 미치는 영향을 조사하기 위하여 kefir는 85°C에서 30분간 멸균한 10% 환원탈지유에 5%(wt/v) 량의 kefir grain을 첨가하여 18~20°C에서 24시간 배양한 후에 균질기(Bullet Blender, 6,000×g, 5 min; Bioscience, NJ, USA)로 균질한 것을 -80°C에 보관하며 사용하였다. 마우스는 Jackson Lab(Bar Harbor, ME, USA)에서 4주령의 db/db 마우스 60마리를 구입한 후 1주일간의 순화기간을 거친 다음 정상 혈당 검사로 45마리를 선발하여 투여를 시작하였다. Kefir의 투여는 대표적인 당뇨병 모델 동물 중의 하나인 5주령의 db/db 마우스를 세 군(15마리씩)으로 나누는 후 식염수와 음성대조군인 탈지우유(DIFICO, Detroit, MI, USA), 그리고 kefir를 10 ml/kg씩 매일 아침과 저녁(오전 9시와 오후 6시)으로 2회 경구 투여하였고 45일 동안의 몸무게, 혈중 포도당, 콜레스테롤, 유리지방산의 농도 변화를 측정하였다.

2. 사육 조건

마우스는 한국화학연구소 실험동물 사육실에서 15마리를 한 군으로 하여 세 군으로 나누어 사육하였다. 사료는 (주)일본 크레아(Crea Co., Tokyo, Japan)에서 공급받은 rat 사료로 실험동물의 건강 유지에 충분한 양을 공급해 주었다. 사료의 급여는 매일 9시부터 17시까지 섭취시킨 후, 다음날 9시까지 절식시켜 충분한 계류시간을 두었다.

3. 몸무게, 혈당 및 혈액의 지질성분 분석

몸무게는 1주일에 1회 측정하였고, 정상 혈당은 15일마다

오후 1시에 혈액을 안구 정맥에서 채취하고, 원심분리로 혈청을 분리한 다음 자동생화학분석기(BioLis12i, Compact Automated Clinical Analyzer, Tokyo-Boeki Medical System Ltd., Tokyo, Japan)로 분석하였다. 고밀도 지질단백질은 HDL kit(Wako Pure Chemical Co., Osaka, Japan), 중성지방은 G-test kit (Wako Pure Chemical Co., Osaka, Japan), 그리고 유리지방산은 NEFA kit (Wako Pure Chemical Co., Osaka, Japan)를 사용하여 각각 분석하였다. 혈청 인슐린의 농도는 인슐린 측정용 kit(I-insulin kit, Shibayagi Co., Shibukawa, Japan)를 사용하여 ELISA법으로 측정하였다. 실험이 끝난 마우스를 도살하여 전혈(whole blood)을 비롯한 각종 장기들을 적출, 동결 보존하였으며, 그 중 당뇨병과 관련이 많은 간의 무게를 측정하였다. 채혈한 혈액은 혈청을 분리한 후 -18°C에 냉동 보관하며 실험에 이용하였다.

4. 통계 처리

측정된 모든 수치는 평균±표준편차(Mean±standard deviation)로 나타내었으며 PASW Statistics(ver 18.0, SPSS Inc, Chicago, IL, USA)의 ANOVA(Duncan's multiple range test) 분산분석을 이용하여 kefir 처리군과 식염수 또는 탈지우유 처리군과의 유의차를 $p<0.05$ 의 수준에서 통계학적 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

본 실험은 당뇨병 모델 동물 중 가장 대표적인 5주령의 db/db 마우스를 세 군(15마리씩)으로 나누는 후 식염수와 탈지우유를 경구 투여한 음성대조군, 그리고 kefir를 매일 10 ml/kg씩 아침과 저녁 2회 45일 동안 경구 투여하면서 마우스의 몸무게, 체중 변화, 혈당치 변화, 혈청 지질성분 등을 측정하여 결과를 분석하였으며, 그 내용은 다음과 같다.

1. 사료섭취율

45일 후의 평균 사료섭취율은 Fig. 1에 나타난 바와 같다.

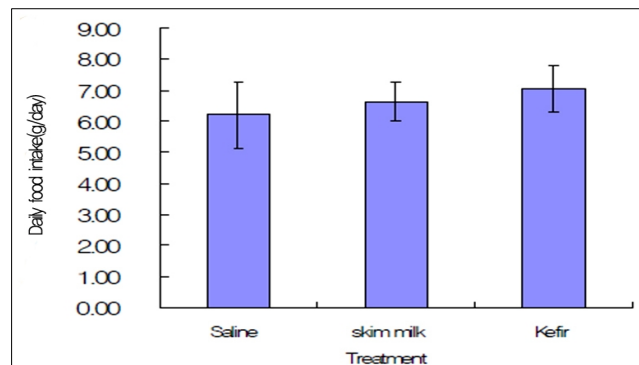


Fig. 1. Daily food intake of diabetic mice treated with saline, skim milk and kefir during 45 days.

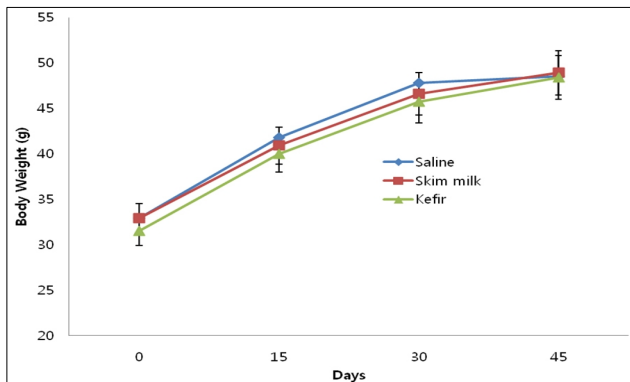


Fig. 2. Changes in body-weight of diabetic mice treated with saline, skim milk and kefir for 45 days.

사료 섭취율에서 kefir 처리군이 식염수와 탈지우유 대조군보다 높은 것으로 보아 kefir의 기호성이 좋은 것으로 판단되어진다. 각 군의 체중증가량은 유의차가 없는 균일한 범위 내로 나타나, 사료 섭취 차이가 본 실험에 미치는 영향은 없는 것으로 사료된다(Fig. 2).

Kefir의 효용으로서는 주로 면역기능을 활발히 하고, 혈액의 흐름을 좋게 하는 등 순환기계의 개선과 장내의 부패구균을 배제시키는 정상 작용 등의 세 가지를 들 수 있는데, kefir에 의해 위액과 타액의 분비가 촉진되어 위염, 십이지장궤양, 폐결핵 등으로 소화기능이 저하된 환자들의 소화기능이 현저히 향상되는 것으로 보고하였다(Umeda 등 2005).

2. 체중의 변화

처리군 간의 몸무게 변화를 분석해 본 결과, Fig. 2에 나타난 바와 같이 처리군 간의 유의차가 없었다. Fig. 1에서 kefir 급여시의 사료섭취율이 7.04 g으로 탈지우유나 식염수 대조군보다 높은 편이나, Fig. 2에서는 체중의 변화가 없는 것으로 나타나 다이어트 식품으로서의 가능성도 있는 것으로 관찰되었다. 본 실험의 결과는 kefir 음용시 많은 체험자들이 날씬해졌다고 하는 결과(Batinkov 등 1987; Evenshtein EM 1987)와 비슷한 경향을 보였다.

Kefir가 환자의 위액 분비와 산 형성을 자극하여 임상효과의 실례로서 빈혈증, 소아의 설사, 심장병, 신장병, 비만, 과로에 치료 효과가 있으며, 순환기계와 신경계의 활동을 정상적으로 유지하며, 유아의 성장과 보건에 탁월한 효과를 발휘한다고 발표하였다(Hollenbeck 등 1984).

3. 혈당치의 변화

처리군 간의 정상 혈당의 변화를 분석한 결과는 Fig. 3과 같다. db/db 마우스 5주령부터 시작하여 식염수와 탈지우유, 그리고 kefir를 매일 2회 10 ml/kg씩 투여하였을 때, 15, 30,

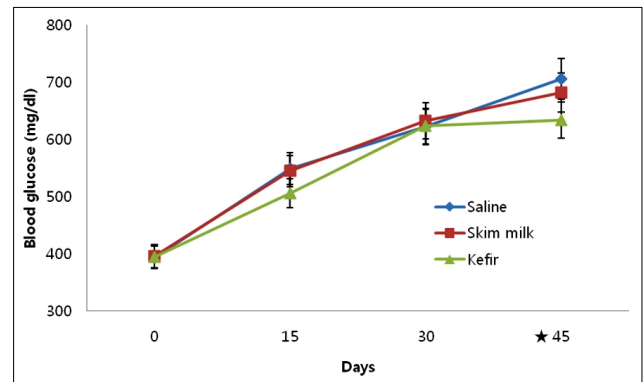


Fig. 3. Changes in blood glucose concentration of diabetic mice treated with saline, skim milk, and kefir for 45 days. ★ Means significant difference between kefir and skim milk or saline($p < 0.05$).

45일 후의 kefir 처리군의 혈당은 음성대조군에 비하여 낮은 경향이 나타났(Fig. 3). 즉, kefir 처리군에서 음성대조군인 식염수와 탈지우유 처리군에 비하여 낮은 경향을 보였으며, 45일 때에는 유의차가 있었다($p < 0.05$). 시험기간 동안의 총 혈당 변화량에서도 유의하게 나타났으며($p < 0.05$)(Fig. 3), 이 결과로 보아 kefir의 db/db 마우스의 혈당 개선 효과가 있는 것으로 생각되었으며, 단기간 복용보다 장기간 복용시 당뇨병 개선 효과가 더 클 것으로 판단되어진다.

당뇨병에 걸리게 되면 다음, 다뇨, 다식, 체중 감소, 전신 쇠약 등의 증세를 보이며, 오랜 기간 고혈당을 유지하게 되면 당뇨병성 망막병증으로 인한 실명, 당뇨병성 신증으로 인한 신부전증, 말초신경, 자율신경 또는 뇌신경 장애 등으로 인한 족부 병변, 거대혈관 병증으로 인한 동맥경화증 등의 합병증이 나타난다(Kang & Koh 1995). 당뇨병의 치료를 하기 위해서는 총 열량에 대한 탄수화물, 지방, 단백질의 구성비, 특히 이 중에서 탄수화물과 지방의 비율을 달리하여, 고탄수화물, 고섬유, 고지방 식사를 섭취하는 것이 인슐린 의존형 및 인슐린 비의존성 당뇨병 환자에 있어서 인슐린 요구성을 줄이고, 인슐린 감수성을 증가시키며, 혈청내 총 콜레스테롤과 중성지방농도가 낮고, 체중 감량을 도우며, 혈압을 낮춘다는 연구 결과가 보고되고 있다(Andersen 등 1991). 저밀도 지방단백 콜레스테롤(LDL)을 줄임으로써 동맥경화의 빈도가 감소된다는 연구 사례는 많이 있다(Kang & Koh 1995).

4. 혈청의 지질성분 정량

45일째 혈청의 중성지방, 유리지방산(NEFA), 고밀도지질단백질(HDL), 저밀도지질단백질(LDL), 그리고 간장(liver) 무게 변화의 결과는 Fig. 4~7과 같다.

혈청 중의 중성지방의 함량의 정량 결과는 Fig. 4와 같이

45일째 kefir(214 mg/dl) 처리군이 음성대조군인 식염수(302 mg/dl)와 탈지우유(225 mg/dl) 처리군과의 비교에서 유의하게 감소하였다($p<0.05$). 이 결과로 보아 kefir가 당뇨병의 개선 효과에 영향을 줄 것으로 사료되어진다. 왜냐하면 고지혈증은 당뇨병 환자의 중요한 대사장애이며, 주로 중성지방의 상승에 기인되는 바 이는 간으로부터 중성지방 생성이 증가되기 때문이다(Kim 등 1984).

유리지방산(NEFA)은 45일에서는 kefir(1,650 mEq/l) 처리군이 음성대조군인 식염수(1,906 mEq/l)와 탈지우유 (1,758 mEq/l) 처리군보다 유의하게 나타났다($p<0.05$)(Fig. 5). Kefir 급여가 당뇨병의 개선 효과에 기대할 수 있을 것으로 사료되어진다. 왜냐하면 비에스테르화 지방산(유리지방산, NEFA) 수준의 증가는 나쁜 영양상태를 유발시켜 지방간의 원인이 된다(Kang & Koh 1995; Anderson 등 1991). 또한 스트레스 호르몬의 과다 분비와 인슐린의 부족은 지방 분해를 촉진하여 지방 조직으로부터 비에스테르화 지방산(유리지방산, NEFA)을 혈

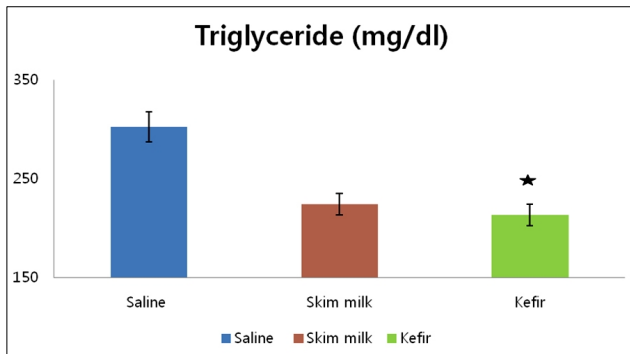


Fig. 4. Changes in blood serum triglyceride concentration of diabetic mice treated with saline, skim milk and kefir at 45 days. ★ Means significant difference between kefir and skim milk or saline($p<0.05$).

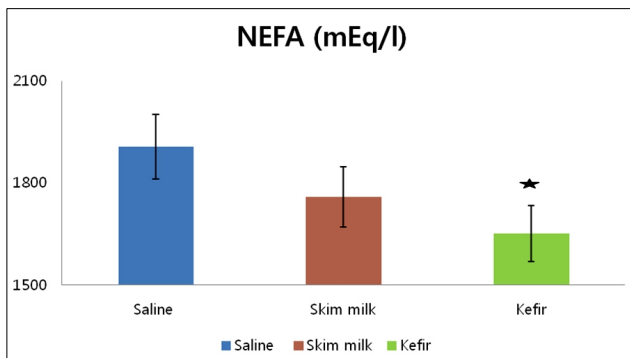


Fig. 5. Changes in blood serum NEFA concentration of diabetic mice treated with saline, skim milk and kefir at 45 days. ★ Means significant difference between kefir and skim milk or saline($p<0.05$).

중으로 방출하며, 방출된 지방산은 간에서 케톤체인 acetoacetic acid와 3-hydroxybutyric acid로 산화되며, 산증과 아세톤을 유발한다(Kang & Koh 1995; Kim 등 1984).

반면, 45일째 혈청중의 고밀도지질단백질(HDL)값은 kefir 처리군이 124 mg/dl, 음성대조군인 식염수와 탈지우유 처리군은 각각 127 mg/dl와 134 mg/dl를 보였는데 통계 분석 결과 서로 간에 유의차는 없었다. 저밀도지질단백질(LDL) 값은 kefir 처리군이 22 mg/dl, 음성대조군인 식염수는 19 mg/dl 그리고 탈지우유는 20 mg/dl를 보였고, 서로 간에 유의차는 없었다(Fig. 6).

Kefir에 대한 기능성은 요구르트만큼 폭넓게 연구가 이루어지지 않는 못했지만, 요구르트와 거의 유사한 효과가 밝혀져 있는데, 대표적으로 혈중 콜레스테롤 저하 능력, 항균 작용, 면역 증강 작용, 항암 작용 등이 있다. 이러한 기능은 주로 kefir grain의 주요 성분인 kefirin에 의한 것으로 추정되며(Otle 등 2003), 이외에 다양한 미생물에 의한 작용, 특히 요구르트에는 없는 효모에 의한 작용이 더해져서 나타난 것으로 사료된다. Yoon 등(1998)은 유럽의 kefir와 요구르트로부터 유산균을 분리하여 콜레스테롤 제거 능력을 측정한 결과 *Lactobacillus plantarum* CU 691이 51.3%의 감소율을 보였고, *L. delbrueckii*

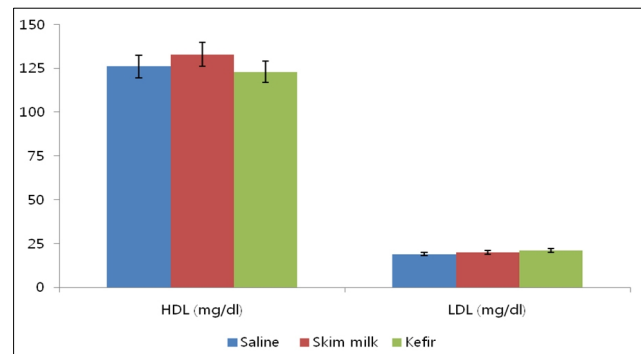


Fig. 6. Changes in blood serum HDL and LDL concentrations of diabetic mice treated with saline, skim milk and kefir at 45 days.

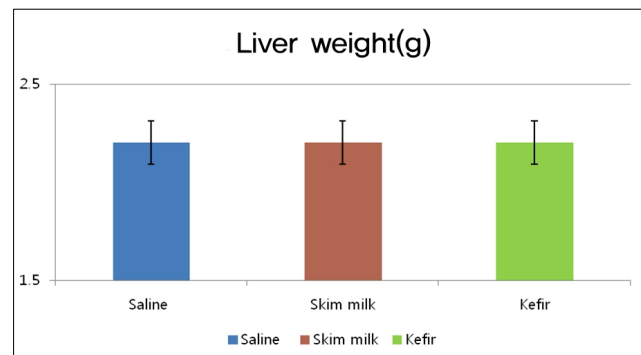


Fig. 7. Changes in liver weight of diabetic mice treated with saline, skim milk and kefir at 45 days.

subsp. *delbruekii* CU 632는 28.7%의 감소율을 보였다고 보고하였다. 또, kefir는 유산균에 의한 발효유보다도 kefir grain 중의 효모와 초산균에 의해 비타민 B군을 다량 생산하며, 우유성분 이외에 소화 촉진 작용과 함암 작용도 있다고 보고되었다(Kandler & Kunath 1993; Shiomi 등 1982). 하지만 앞에서의 분석에서 혈당치, 중성지방, 유리지방산의 감소 효과를 감안하면 kefir의 투여가 동맥경화와 같은 성인병 예방에 효과가 있는지 전체적으로 가능성을 조사해 볼 필요가 있다고 사료된다.

45일째 마우스 해부 직후 측정된 간장 장기의 무게는 식염수, 탈지우유, kefir를 투여한 모든 그룹에서 동일하게 2.2 g였으며, 유의차는 전혀 없었다(Fig. 7). 이는 간접적으로 미생물 균총으로 구성된 kefir를 음용하여도 독성이 없는 것을 시사하였으며, 향후 연구에서는 간의 GOT 및 GPT 활성의 검사가 필요하다고 생각된다.

이와 같이 kefir에게는 인간의 면역기능을 활발히 하는 성분이 포함되어 있어, 면역기능이 활발해지면 순환기계의 기능도 개선되어 내장의 작용도 활발히 되어 당뇨병, 고혈압, 신장병 등의 성인병 등에 효험이 있는 것으로 고찰되고 있다(Komai & Nanno 1992; Wszolek 등 2001). 하지만 kefir의 약리 효과는 숙주면역성의 증가에 의하는 바가 크다고 생각되지만(Lee 등 2007; Kwon 등 2003) 그의 작용기작에 대해서는 불분명한 점이 많고, 과학적 근거 또한 상당히 부족하여 아직도 연구할 내용이 많이 남아 있기에 향후 적극적인 연구가 필요한 실정이다.

요 약

본 연구에서는 당뇨병 마우스에 kefir를 투여하여 혈당과 혈액의 지질성분의 변화를 측정하여 당뇨병 치료 보조식품으로의 가능성을 규명하고자 실시하였다. 당뇨병 마우스에 kefir를 매일 2회 10 ml/kg씩 45일간 투여하여 혈당치를 비롯하여 사료섭취율, 몸무게 변화, 혈중 지질(중성지방, 고밀도지질단백질, 저밀도지질단백질, 유리지방산)의 함량 변화와 간의 무게를 측정하였으며, 식염수와 10% 탈지우유를 투여한 대조군과 비교하였다. 당뇨병 마우스의 체중의 변화는 처리군 간에 유의차가 없었다. 혈당의 변화는 kefir 처리군이 음성대조군인 식염수와 탈지우유처리군에 비하여 45일 후에는 혈당치가 강하되어 유의차가 있었다($p < 0.05$). 혈청의 지질 성분 정량 결과에서 혈청중의 중성지방 함량과 유리지방산 함량은 kefir 처리군이 음성대조군인 식염수와 탈지우유 처리군과 비교하여 45일째에 유의차가 있는 감소를 보였다($p < 0.05$). Kefir 처리군의 고밀도지질단백질 및 저밀도지질단백질 분석치는 대조군과 유의차가 없었다. 간의 무게는 처리군 간에 차

이가 거의 없었다. 본 연구의 결과를 종합하면 당뇨병 마우스에 kefir를 45일간 급여하였을 때 대조군(식염수, 탈지우유)보다 혈당치와 중성지방이 강하된 것으로 보아 kefir 투여가 당뇨병 환자에게도 기능성 보조식품으로 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ007195) 지원에 의해 이루어졌으며, 천정환과 현지연은 2010년도 두뇌 한국 21사업의 지원을 받아 이에 감사를 드립니다.

참고문헌

- Adachi S, Toba T, Arihara K. 1990. Immunofluorescence microscopic studies on distribution of *Lactobacillus kefirifaciens* and *Lactobacillus kefir* in kefir grains. *Int J Food Microbiol* 11:127-134
- Anderson, JW, Zengler JA, Deakins DA, Floore TL, Dillon DW, Oeltegen PR, Whitley RJ. 1991. Metabolic effects of high-carbohydrate, high-fiber diets for insulin dependent diabetes individuals. *Am J Clin Nutr* 54:936-943
- Baek YJ. 1993. Lactic acid bacteria and human health. *Korean J Food & Nutr* 6:53-65
- Batinkov, AV, Bednarz-Prashad AJ, Dupont HL, Pickering LK. 1987. Rotavirus gastroenteritis. *Ann Rev Med* 38:399-415
- Chen TH, Wang SY, Chen KN, Liu JR, Chen MJ. 2009. Microbiological and chemical properties of kefir manufactured by entrapped microorganisms isolated from kefir grains. *J Dairy Sci* 92:3002-3013
- De Moreno de LeBlanc A, Matar C, Farnworth E, Perdigon G. 2007. Study of immune cells involved in the antitumor effect of kefir in a murine breast cancer model. *J Dairy Sci* 90:1920-1928
- Duitschaever CL, Kemp N, Smith AK. 1988. Microscopic studies of the microflora of kefir grains and kefir made by different methods. *Milchwissenschaft* 43:479-481
- Evenshtein EM. 1978. Use of kefir for stimulation of gastric secretion and acid-formation in patients with pulmonary tuberculosis. *Probl Tuberk* 2:82-84
- Hollenbeck BB, Chen YDI, Reaven GM. 1984. Comparison of the relative effects of obesity and non-insulin-dependent diabetes mellitus on *in vivo* insulin-stimulated glucose utilization. *Diabetes* 33:622-626

- Kandler O, Kunath P. 1993. *Lactobacillus kefir* sp., component of microflora of kefir. *Syst Appl Microbiol* 4:286-294
- Kang Y, Koh YI. 1995. Induction and treatment prospective of insulin-dependent diabetes mellitus as Type 1. *BiochemNet* 15:388-396
- Kim YH, Son SP, Kang JS. 1984. Hemoglobin A1, cholesterol and triglyceride in adult onset diabetics. *Kor J Intern Med* 27:917-924
- Komai M, Nanno M. 1992. Intestinal microflora and longevity. pp. 325-353. In: Functions of Fermented Milk. Nakazawa Y, Hosono A. (eds). Elsevier Applied Science, London, UK
- Kourkoutas Y, Sipsas V, Papavasiliou G, Koutinas AA. 2007. An economic evaluation of freeze-dried kefir starter culture production using whey. *J Dairy Sci* 90:2175-2180
- Kwak HS, Park SK, Kim DS. 1996. Biostabilization of kefir with a nonlactose-fermenting yeast. *J Dairy Sci* 79:937-942
- Kwon CS, Park MY, Cho JS, Choi ST, Chang DS. 2003. Identification of effective microorganisms from kefir fermented milk. *Food Sci Biotechnol* 12:476-479
- Lee HJ, Nam BR, Kim JM, Kim JY, Paik HD, Kim CH. 2007. Antitumor effects of *Kluyveromyces marxianus* TFM-7 isolated from kefir. *Food Sci Biotechnol* 16:133-137
- Lee JI, Song KY, Chon JW, Hyeon JY, Seo KH. 2010. Physicochemical properties of kefir as dietary supplementary for curing the diabetic mouse. *Korean J Food & Nutr* 23:462-469
- Nakajima H, Toyoda S, Toba T, Itoh T, Mukai T, Kitazawa H, Adachi S. 1990. A novel phosphopolysaccharide from slim-forming *Lactococcus lactis* subspecies *cremoris* SBT 0495. *J Dairy Sci* 73:1472-1477
- Oda M, Hasegawa H, Komatsu S, Kambem K, Tsuchiya F. 1983. Antitumor polysaccharide from *Lactobacillus* sp. *Agric Biol Chem* 47:1623-1625
- Otle S, Cagindi O. 2003. Kefir: A probiotic dairy-composition, nutritional and therapeutic aspects. *Park J Nutr* 2:54-59
- Ottogalli G, Galli A, Resmini P, Volonterio G. 1973. Microbiological and chemical composition ultrastructure of kefir grains. *Ann Microbiol Enzim* 23:109-121
- Quiros A, Hernandez-Ledesma B, Ramos M, Amigo L, Recló I. 2005. Angiotension-converting enzyme inhibitory activity of peptides derived from caprine kefir. *J Dairy Sci* 88:3480-3487
- Shiomi M, Sasaki K, Murofushi M, Aibara K. 1982. Antitumor activity in mice of orally administered polysaccharide from kefir grain. *Jap J Med Sci Biol* 35:75-80
- Toba T, Uemura H, Mukai T, Itoh T, Adachi S. 1991. A new fermented milk using capsular polysaccharide-producing *Lactobacillus kefiranofaciens* isolated from kefir grains. *J Dairy Res* 58:497-502
- Umeda C, Sonoyama K, Yamaguchi N, Saito R, Akashi K, Motoshima H, Kawabata J. 2005. Oral administration of freeze-dried kefir reduces intestinal permeation of and oral sensitization to ovalbumin in mice. *Biosci Biotech Biochem* 69:249-251
- Wszolek M, Tamime AY, Muir DD, Barclay NI. 2001. Properties of kefir made in Scotland and Poland using bovine, caprine, and ovine milk with different starter cultures. *Lebensm Wiss Technol* 34:251-261
- Yoon YH, Kang DG, Baek YJ, Huh CS. 1998. Cholesterol assimilation activity of *Lactobacillus* spp. from kefir and yoghurt and non starter strains. *Kor J Dairy Sci* 20:143-152

접 수 : 2011년 1월 28일
 최종수정 : 2011년 3월 18일
 채 택 : 2011년 3월 24일