

## 혈당 강하에 영향을 미치는 요구르트에 관한 연구

조영훈<sup>1</sup> · 신현정<sup>1</sup> · 장치훈<sup>1</sup> · 남명수\*

<sup>1</sup>남양유업 중앙연구소, \*충남대학교 농업생명과학대학 동물자원과학부

### 서 론

최근에 건강 기능성 식품하면 가장 먼저 떠오르는 것 중 하나가 요구르트이다. 요구르트는 유산균 발효에 의해 유기산 등 여러 가지 유효성분이 생성되며 이것에 의하여 장 운동을 자극하며 장내 부패가 억제되고 장기능을 활성화시켜 원활한 배변 및 설사를 예방하는 등 인체 건강에 유익한 효과가 있는 완전식품이다(Ayebo *et al.*, 1980). 당뇨병이란 “소변에서 포도당이 나온다”는 데서 그 이름이 유래된 병으로 췌장의 베타세포에서 만들어지는 인슐린이 부족하거나 혹은 인슐린에 대한 세포 반응성 저하로 인해 음식물이 소화되어 얻어지는 포도당이 우리 몸에서 적절하게 사용되지 못하고 혈액 내에 축적되는 질병이다. 식품 또는 약제들은 당뇨병 예방 또는 혈당 강하를 위하여 당분 흡수속도 조절, 인슐린 분비 촉진 또는 인슐린 저항성 개선 등의 기능 중 한 가지 요인에만 초점을 맞추어 있기 때문에 지속적인 혈당 관리에 어려움이 있을 뿐만 아니라 맛이 없어 장기간 섭취가 곤란하다는 단점이 있다. 본 연구는 이러한 단점을 보완하기 위하여 인슐린 저항성 개선, 당분 흡수 속도 지연, 당분 흡수 억제 등과 같은 여러 가지 기능이 있는 원료를 이용하여 혈당 강하 요구르트를 제조 후 정상인과 당뇨 환자를 대상으로 임상 효과를 확인하였다.

### 재료 및 방법

#### 1. 공시균주

상업용 혼합균주인 MSK B2(Danisco, *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* + *Lactobacillus acidophilus* 145 + *Bifidobacterium infantis*, Culture for fermented milk MSK B2 visbyvac B500) 균주를 멸균한 12% 환원 탈지유에 2회 계대 배양한 것을 스타터로 사용하였다.

#### 2. 공시재료

엔테로코커스 페칼리스 유산구균(Nichinichi pharmaceutical, *Enterococcus faecalis*, Japan), 난소화성 텍스트린으로 천연 수용성 식이섬유(Matsutani Chemical Industry Co., Ltd. Japan), 에리스리톨(㈜보락), 백강낭콩추출분말(Pharmachem Laboratories. INC., USA), 피니톨(㈜아미코젠), 바나바 추출물(USE Techno Co., Ltd. Japan), 아스파탐(Ajinomoto Co. Ltd., Japan),

Pectin(Danisco, Denmark,)을 사용하였다.

### 3. 요구르트의 제조 및 저장

시료를 배합 후 공시균주를 접종하여 36~38℃에서 배양하였다. 발효를 종료한 배양액에 당액을 혼합하여 flavor를 첨가하였으며, 제품의 안정성 유지를 위해 냉장온도(4℃)에서 하루 동안 냉장유지한 후 실험을 실시하였다.

### 4. 임상대상자 선정

정상인의 경우 평소 식습관이 일정하며 음주를 하지 않는 건강한 남녀 10명을 대상으로 하였으며, 당뇨병자의 경우 25~60세 연령의 남녀 10명을 선정하였다.

### 5. 요구르트 조성에 따른 정상인의 혈당상승 억제 시험

당뇨가 없는 정상인 총 10명(남 6명, 여 4명)을 대상으로 실험 제조한 요구르트(실험군) 혹은 일반 드링크 요구르트(대조군)와 함께 전분질 식품을 1주일 간격으로 크로스 오버해서 섭취시켜 섭취 전, 30분, 60분, 120분 후 혈당치를 각각 측정하였다. 개인에 따라 혈당 상승 및 하강 정도가 다르기 때문에, 섭취 30분 후 평균 혈당수치를 경계로 혈당치가 쉽게 올라가는군(A군)과 올라가기 어려운군(B군)으로 분류하였으며, 임상 시험 대상자는 모두 혈당치가 쉽게 올라가기 어려운 군을 대상으로만 실시하여 실험의 오차를 최소화하였다.

### 6. 당뇨병자의 요구르트 음용 시 혈당 저하 효과

본 시험에는 현재 2형 당뇨병자이며 나이가 25~60세인 지원자 10명(남 5명, 여 5명)을 실험 대상으로 선발하여 5주간 실시하였다. 우선 선발된 당뇨병자를 대상으로 1주일 동안 요구르트를 음용하지 않은 상태에서 12시간 이상 공복 후 공복 혈당과 식후 30분, 60분, 120분 경과후의 혈당을 측정하여 대조군(음용 전의 혈당치)으로 선정하였다.

항 당뇨 효과에 유의성이 있는 성분물질의 Blood glucose inhibition rate는 다음과 같은 식으로 계산하였다(Kim et al, 1998).

$$\text{혈당 증가 억제율(\%)} = \{(B_0 - B_{30}) / B_0\} \times 100$$

$B_0$ : 대조군의 증가도(요구르트 음용전 혈당치(mg/dL))

$B_{30}$ : 각 실험군의 증가도(30일간 요구르트 음용후 혈당치(mg/dL))

### 7. 당뇨 환자의 요구르트 음용기간별 혈당치 변화

현재 2형 당뇨 환자들의 혈당 강하 요구르트 음용 전과 음용 후 30분 및 120분경과 후의 혈당치 변화를 30일 동안 관찰한 결과이다.

## 결과 및 고찰

### 1. 요구르트 조성에 따른 정상인의 혈당 상승 억제 시험

정상인을 대상으로 시험한 결과 Fig. 1에서 보는 바와 같이 공복 시 혈당은 동일하였으나 요구르트 음용에 따라 일반 요구르트를 음용한 대조군에 비해, 혈당 강하 요구르트를 음용한 실험군에서 식후 30, 60, 120분의 혈당치 상승 정도가 더 낮게 측정되었다. 즉, 식후 30분의 혈당치는 18 mg/dL이 감소하였고 식후 60분의 혈당치는 22 mg/dL, 식후 120분 혈당치는 8 mg/dL이 감소하였다. 이는 혈당 강하 요구르트를 섭취할 경우 혈당 강하 요구르트의 복합 성분이 혈당을 낮추어 주는 효과를 가지고 있다고 볼 수 있다.

## 2. 당뇨 환자의 요구르트 음용시 혈당 저하 효과

당뇨 환자를 대상으로 시험한 결과는 Fig. 2에서 보는 바와 같이 요구르트 음용전 1주일 동안 혈당치 평균치와 음용 후 30일 동안의 혈당치 평균치를 비교한 결과 공복 혈당은 동일하였으나 혈당 강하 요구르트를 음용함에 따라 식후 30, 60, 120분의 혈당치가 더 낮게 측정되었다. 즉, 식후 30분의 혈당치는 19 mg/dL이 감소하였고 식후 60분의 혈당치는 30 mg/dL, 식후 120분 혈당치는 31 mg/dL이 감소하였다. 이는 혈당 강하 요구르트가 혈당 상승 억제 및 혈당을 강하하는 효과가 있음을 간접적으로 나타내는 것으로 볼 수 있다.

혈당 증가 억제율은 Table 1에 나타난 바와 같이 임상 대상자 10명의 80%인 8명의 당뇨 환자에서 식후 혈당 증가 억제율(%)이 5~40%까지 나타나 현저한 혈당 강하 효과를 볼 수 있었다. 또한 시험 대상자 모두 저혈당의 증상은 보이지 않았다.

## 3. 당뇨 환자의 요구르트 음용기간별 혈당치 변화

상기 시험에 임했던 당뇨 환자들의 혈당 강하 요구르트 음용 전후 식후 30분 및 120분 후의 혈당치 변화를 30일 동안 관찰한 결과이다. Fig. 3은 당뇨환자의 혈당 강하 요구르트 음용기간에 따른 혈당치 감소 변화를 식후 30분과 120분에 초점을 맞추어 결과 값을 나타내었다. 환자의 상태에 따라 결과 값이 나타내는 정도는 다르나 평균치 결과를 비교할 때 식후 30분 혈당치는 음용 1주일까지는 큰 변화는 없었으나 그 이후 지속적으로 감소하는 경향을 나타내 4주 이후에는 38 mg/dL의 혈당치 감소를 보였으며, 식후 120분경과 후의 혈당치는 음용 후 지속적인 감소를 나타내 4주 후에는 65 mg/dl의 현저한 혈당치 감소를 보였다. 결과적으로 음용 기간이 길어질수록 지속적인 혈당치 감소를 확인할 수 있었다. 이는 제조된 요구르트가 혈당 강하에 효과가 있음을 말하는 것이며, 요구르트 제조 시 첨가했던 기능성 원료들의 복합적인 효과에 기인된 현상으로 사료된다. 기능성 원료들에 관하여 이미 보고된 효과들을 살펴보면 엔테로코커

Table 1. Blood glucose inhibition rate after drinking BG down yoghurt

Blood glucose inhibition rate(%)	The number of persons (N)	
	30 min	120 min
Blood glucose levels decreasing	0 ~ 5 %	2
	6 ~ 20 %	4
	21 ~ 40 %	2
Blood glucose levels increasing	2	0

스 페칼리스 유산균은 일반적인 유산균과는 달리 생균체에서 뿐만 아니라 사균체에서도 탁월한 혈당 강하 효과를 나타내는 것으로 알려져 있다(Watanabe, 1981). 피니틀은 스트렙토조토신(streptozotocin) 처리 동물실험 및 사람을 대상으로 한 임상시험을 통하여 우수한 혈당 조절 효과가 입증되었으며, 당뇨 합병증인 당뇨병 망막증, 백내장, 신장 질환 등에도 탁월한 효과가 있

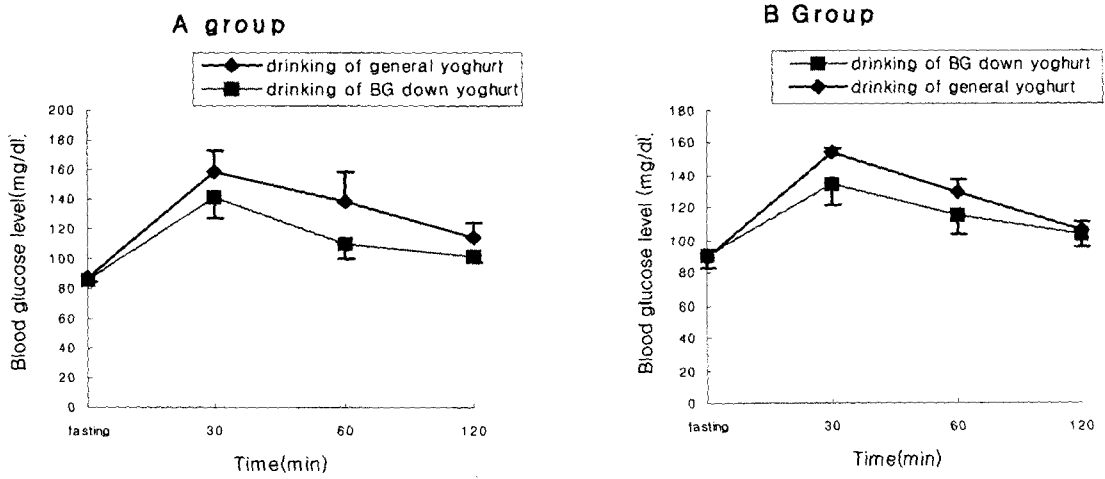


Fig. 1. Changes of B group's blood glucose level.

A group : drinking of general yoghurt → drinking of BG down yoghurt.

B group : drinking of BG down yoghurt → drinking of general yoghurt.

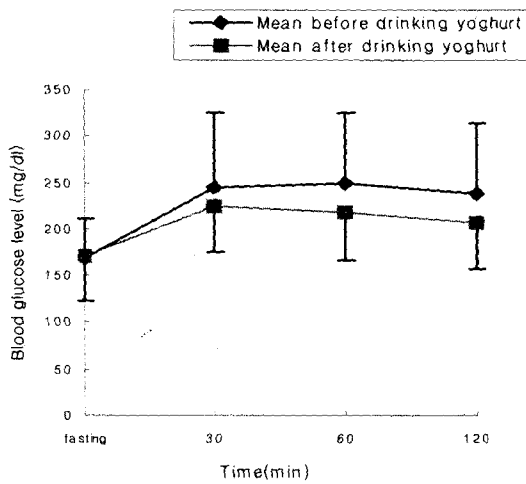


Fig. 2. Changes in blood glucose level of diabetic patients after drinking BG down yoghurt.

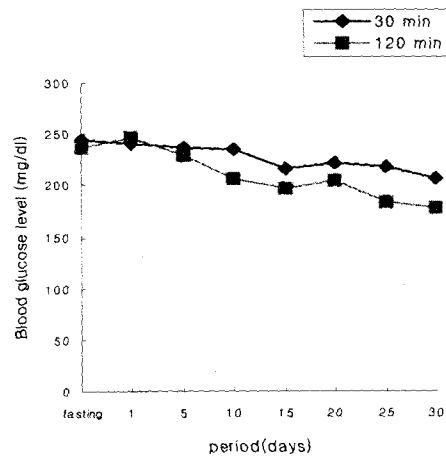


Fig. 3. Changes in blood glucose level at diabetic patients during drinking periods.

는 것으로 연구되고 있다(Sin *et al.*, 2003).

이와 같이 다양한 종류의 기능성 원료를 첨가하여 제조된 요구르트가 혈당 강하에 효과가 있는 것으로 확인된 바 당뇨병 환자 및 당뇨병을 우려하는 당뇨 예비환자들에게 혈당 상승의 걱정 없이 마음 놓고 먹을 수 있는 요구르트를 개발하기 위한 기초 자료를 얻었다.

## 요 약

혈당강하 요구르트의 개발을 위해 *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*와 *Lactobacillus acidophilus* 145, *Bifidobacterium infantis* 혼합균주에 사균인 FK-23 유산균, 피니톨, 식이섬유, 백강낭콩 추출 분말, 에리스리톨, 바나바 추출물 등의 기능성 성분을 포함한 요구르트를 제조하여 정상인과 혈당치가 높은 당뇨 환자를 대상으로 간이 임상시험을 실시하였다.

1. 정상인의 식후 혈당치는 일반 요구르트를 섭취했을 때보다 혈당 강하 요구르트 음용시 더 낮게 측정되었으며 임상대상자 대부분에서 동일한 현상이 나타났다.
2. 혈당치가 높은 당뇨환자 10명을 대상으로 식후 혈당치 변화 및 음용기간 중 혈당치 변화를 확인한 결과 혈당 강하 요구르트를 음용하기 전보다 음용 후 혈당치가 식후 30 당증가 역제율도 임상대상자의 80%가 감소하는 효과를 나타냈다.
3. 30일간 혈당 강하 요구르트를 음용한 후 식후 혈당치의 변화를 확인한 결과 음용전보다 음용 후 120분 경과 때, 혈당치가 59 mg/dL 감소하였으며 음용기간이 증가할수록 지속적으로 감소하는 경향을 나타내었다.

## 참고문헌

1. Ayebo, A. D., Angelo, I. A., and Shahani, K. M. (1980) Effect of ingesting *Lactobacillus acidophilic* milk upon fecal flora and enzyme activity in humans. *Milchwissenschaft*. 35, 730-733.
2. Kim, K. S., Sim, S. H. and Kim, P. K. (1998) Anti-diabetic activity of constituents of *Lycii Fructus*. *The Journal of Applied Pharmacology* 6, 378-382.
3. Sin, Y. C. and John, Y. J. (2003) Hypoglycemic effect of pinitol isolated from soybean. *Food Science and Industry*. 36, 56-60.
4. Watanabe, T. (1981) Studies streptococci. 1. Distribution of fecal streptococci in man. *Microbial. Immunol.* 25(3), 257-269.