KOREAN J. FOOD SCI. ANI. RESOUR. Vol. 26. No. 2, pp. 257~262(2006)

혈당 강하 요구르트 개발에 관한 연구

조영훈 · 신현정 · 장치훈 · 남명수[1]*
남양유업 중앙연구소, [1]충남대학교 농업생명과학대학 동물자원과학부

Studies on the Develpoment of the Yogurt Decreasing Blood Glucose

Young-Hoon Cho, Hyun Jung Shin, Chi Hoon Chang, and Myoung Soo Nam[1]*
Institute of Dairy Food Research, Namyang Dairy Products Co., Ltd.
[1]Department of Dairy Science, Graduate School Chungnam National University

Abstract

This experiment was carried out to investigate the effect of hypoglycemic yogurt as a clinical test with person both who have diabetes and who don't have diabetes. Diabetes is a disease caused by unused and accumulated glucoses produced via the foods digestion due to the lack of insulin or lower tissue reaction to insulin. Patients with diabetes or complications of diabetes are on the rise annually. For the therapy and prevention of diabetes, a yogurt made from functional materials such as insulin-resistant FK-23 lactic acid bacteria, Pinitol, edible fiber which delays glucose-absorption, extract powder of glucose-absorption-inhibitory white bean and low-caloric Erythritol and banaba extract is effective for reduce or restrain the blood glucose levels. The blood glucose levels after a meal of non-diabetic persons were lower after drinking a hypoglycemic yogurt than they after drinking general yogurt. The blood glucose levels after a meal of 10 diabetic patients were checked after drinking the yoghurt. As a result, 19 mg/dL, 30 mg/dL, 31 mg/dL of blood glucose levels decreased in 30 min, 60 min and 120 min respectively after drinking the yogurt. Blood glucose inhibition rates of 80 % of the tested patients also decreased. The blood glucose level of the diabetic patients having drunk the yogurt for 30 days consistently decreased into 59 mg/dL in 120 min after a meal.

Key words : hypoglycemic yogurt, diabetes, blood glucose

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 장 기능을 활성화시켜 원활한 배변 및 설사를 예방하는 등 인체 건강에 유익한 효과가 있는 완전식품이다(Ayebo *et al.*, 1980). 요구르트의 다양한 생리활성 기능이 밝혀지면서 요구르트는 식품 이상의 것 즉, 식품과 의약품의 경계를 이루는 단계에까지 이르렀다. 이러한 점을 반영이라도 하듯 최근 요구르트의 기능은 기존의 장 건강만을 강조하던 시대에서 위, 간 등 현대인의 질병 예방 및 치료제로서의 역할을 수행하고 있으며, 그 기능은 더욱 증가할 것으로 예상된다.

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. 당뇨병은 크게 1형 당뇨병, 2형 당뇨병, 임신성 당뇨병으로 나눌 수 있다. 제1형은 인슐린 의존성 당뇨병으로 주로 유아, 청소년기에 나타나며, 제 2형(인슐린 비의존성 당뇨병)은 보통 45세 이후에 발생된다. 특히 인슐린 비의존성 당뇨병은 자동면역 체계의 이상으로 면역 체계가 공격을 받아 췌장의 인슐린 생

* **Corresponding author** : Myoung-Soo Nam, Division of Animal Science & Resources, Chungnam National University, 220 Gung-dong, Yuseong-gu, Daejeon 305-764, Korea. Tel: 82-42-821-5782, Fax: 82-42-823-2766, E-mail: namsoo@cnu.ac.kr

성세포가 파괴되어 더 이상의 인슐린을 생성하지 못하는 경우로, 국내 당뇨환자의 90%가 인슐린 비의존성 당뇨병으로 볼 수 있다(김, 1997). 이러한 당뇨병의 치료에는 크게 식이요법, 운동요법, 약물요법 이렇게 3가지로 나눌 수 있으며(라 등, 2003), 이 중 약물요법은 외부로부터 인슐린을 인위적으로 넣어주는 인슐린 주사요법과 경구용 혈당 강하제가 있다(김, 1997). 경구용 혈당 강하제는 크게 인슐린 분비 촉진제, 인슐린 유사 작용제, 인슐린 저항성 개선제, 탄수화물 소화효소 억제제(α-글루코시다제 저해제) 등이 사용되고 있는데(Bailey, 1992) 저혈당, 간독성, 신부전, 심혈관계 기능 장애, 복부 팽만, 구토, 복통, 알레르기 등의 부작용이 있으며 복용기간이 지속됨에 따라 약물의 효능이 감소될 수 있는 문제점이 있다. 또한 식이요법으로는 일반적으로 식사의 양과 질을 조절하는 방법 외에 여러 가지 기능성 소재를 이용하여 당뇨를 개선하고 예방 및 치료를 위한 건강식품들을 섭취하는 것으로 현재 운동요법과 병행하여 많이 시행되고 있다.

그러나, 상기 식품 또는 약제들은 당뇨병 예방 또는 혈당 강하를 위하여 당분 흡수 속도 조절, 인슐린 분비 촉진 또는 인슐린 저항성 개선 등의 기능 중 한 가지 요인에만 초점을 맞추어 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 당뇨환자를 대상으로 임상 효과를 확인하였다.

혈당 강하 요구르트에 선별된 기능성 소재와 특징을 보면 인슐린 저항성 개선 및 혈당 강하에 효과를 나타내는 성분으로는 엔테로코커스 페칼리스(*Enterococcus faecalis*)인 FK-23 유산구균(Suegara *et al.*, 1985)과 콩과류 식품이나 솔잎 등에 포함되어 있는 피니톨(3-O-methyl-chiro-inositol), 그리고 바나바 추출물이 있다. 당분의 흡수속도를 지연하여 혈당 상승을 억제하는 성분으로는 난소화성 덱스트린이 있고 당분의 흡수에 관여하는 효소의 기능을 억제하는 성분으로는 백강낭콩추출분말이 있다. 또한 당뇨병 환자의 식이요법 시 칼로리를 조절하기 위한 성분으로는 당알코올인 에리스리톨이 있다.

본 연구는 위와 같은 기능성 소재를 요구르트에 적용하여 당뇨병 환자 및 당뇨병을 우려하는 당뇨 예비환자들에게 혈당 상승의 걱정 없이 마음 놓고 먹을 수 있는 요구르트를 개발하기 위하여 실험을 수행하였다.

재료 및 방법

공시균주

상업용 혼합균주인 MSK B2(Danisco, *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* + *Lactobacillus acidophilus145* + *bifidobacterium infantis,* Culture for fermented milk MSK B2 visbyvac B500) 균주를 멸균한 12% 환원탈지유에 2회 계대 배양한 것을 스타터로 사용하였다.

공시재료

원유는 홀스타인종에서 착유한 것으로 Infrared Milk Analyzer(Milko Scan 104;A/S N. Foss Electric, Denmark)를 사용하여 단백질, 지방, 탄수화물(유당) 및 수분의 양을 측정하였다. 탈지분유와 유크림의 일반성분 분석은 식품공전에 따라서 분석하였고 결과는 Table 1에 나타나 있다. 혈당 강하 요구르트 제조를 위한 주요 기능성 원료로는 엔테로코커스 페칼리스 유산구균(Nichinichi pharmaceutical, *Enterococcus faecalis,* Japan), 난소화성 덱스트린으로 천연 수용성 식이 섬유(Matsutani Chemical Industry Co., Ltd. Japan), 에리스리톨(㈜보락), 백강낭콩 추출 분말(Pharmachem Laboratories. INC., USA), 피니톨(㈜아미코젠), 바나바 추출물(USE Techno Co., Ltd. Japan)을 사용하였다. 그 외에 감미 향상을 위해 합성 감미료 아스파탐(Ajinomoto Co.Ltd., Japan)과 제품 보존 중 단백질 안정성 및 마우스필을 향상시키기 위해 Pectin(Danisco, Denmark)을 사용하였으며 Table 2와 같은 비율로 혼합하여 살균한 다음 냉장온도(4℃)에서 12시간 동안 냉장시켰다.

요구르트의 제조 및 저장

Table 2와 같은 조성으로 시료배합 비율을 준비 후 공시균주를 접종하여 36~38℃에서 배양하였다. 발효를 종료한 배양액에 당액을 혼합하여 flavor를 첨가하였으며, 제품의 안정성 유지를 위해 냉장온도(4℃)에서 하루 동안 냉장 유지한 후 실험을 실시하였고 제조공정은 Fig. 1과 같다.

Table 1. Chemical composition of main materials (Unit: %, dry basis)

Materials	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Carbohydrate
Raw milk	87.7	3.1	3.8	0.6	4.7
Skim milk powder	4.4	34.5	0.3	8.0	52.7
Milk cream	58.9	2.2	35	0.47	3.4

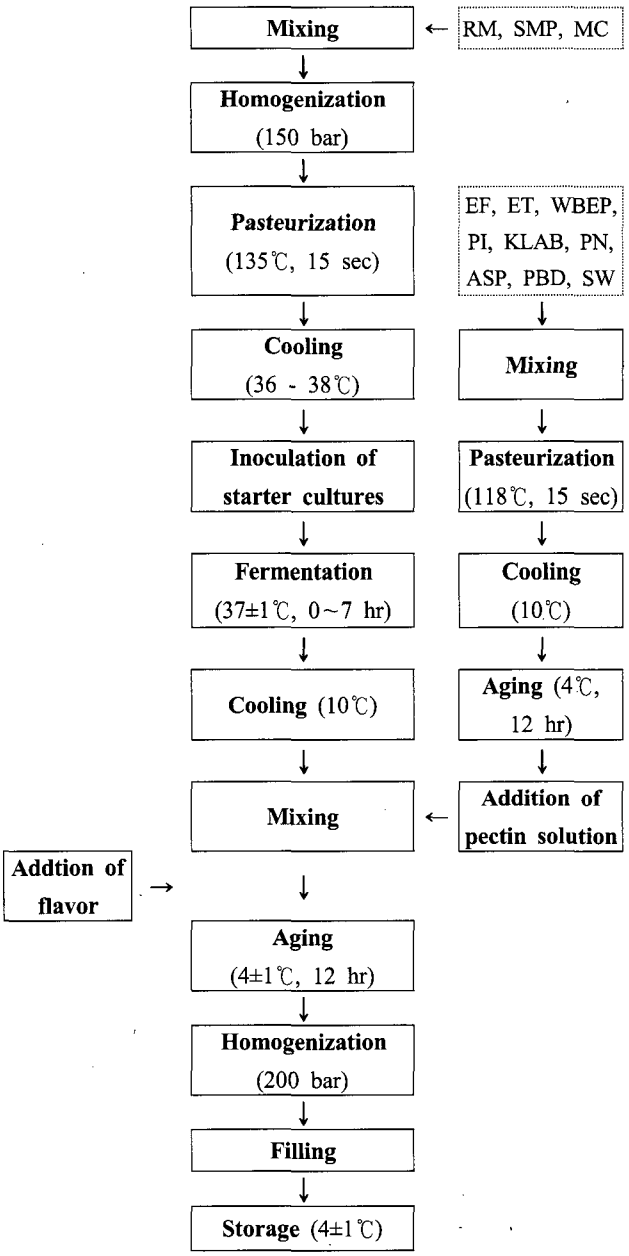

Fig. 1. Block diagram of manufacture of experimental yoghurt.

RM : Raw milk, SMP : Skim milk powder, MC : Milk cream, LAB: Lactic acid bacteria, EF : Edible fiber, ET : Erythritol, WBEP : White bean extract powder, PI : Pinitol, KLAB : FK-23 lactic acid bacteria, PN : Pectin, ASP : Aspatarme, PBD : PBD 100, SW : Sterilized water.

임상대상자 선정

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

요구르트 조성에 따른 정상인의 혈당 상승 억제 시험

Table 2. Components of experimental yoghurt

Components		Composition (%)
Cultured milk	Raw milk	67.000
	Skim milk powder	2.850
	Milk cream	2.000
	Lactic acid bacteria	0.002
Syrup	Edible fiber	4.000
	Erythritol	3.000
	White bean extract powder	0.400
	Pinitol	0.670
	FK-23 lactic acid bacteria	0.016
	Pectin	0.050
	Aspatarme	0.010
	Sterilized water	19.942
Flavor		0.060
Total		100.000

통상의 요구르트 제조방법에 따라 제조된 일반 요구르트와 혈당 강하 요구르트(BG down yoghurt)를 각각 제조하여 3주 동안 혈당 상승 억제 효과를 비교하였다.

당뇨가 없는 정상인 총 10명(남 6명, 여 4명)을 대상으로 실험 제조한 요구르트(실험군) 혹은 일반 드링크요구르트(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 혈당 수치를 경계로 혈당치가 쉽게 올라가는 군(A군)과 올라가기 어려운 군(B군)으로 분류하였으며, 임상 시험 대상자는 모두 혈당치가 쉽게 올라가기 어려운 군을 대상으로만 실시하여 실험의 오차를 최소화하였다. 실험의 신뢰도를 높이기 위해 1주일간 실험 후 1주일간 휴식기간(요구르트를 음용하지 않는 기간)을 거쳐 대조군과 실험군을 서로 바꿔서 또다시 1주일간 음용하는 방법을 취하였다. 전분질 식품 섭취 전에 12시간동안 공복상태를 유지하여 (주)한국존슨 & 존슨메디칼 사의 원터치울트라 혈당계측기로 공복 혈당을 측정한 후 제시한 요구르트와 전분질 식품을 섭취 30분, 60분, 120분 후의 혈당을 측정하였다.

당뇨환자의 요구르트 음용 시 혈당 저하 효과

본 시험에는 현재 제2형 당뇨환자이며 나이가 25~60세인 지원자 10명(남 5명, 여 5명)을 실험 대상자로 선발하여 5주간 실시하였다. 우선 선발된 당뇨환자를 대상으로 1주일 동

안 요구르트를 음용하지 않은 상태에서 12시간 이상 공복 후 공복 혈당과 식후 30분, 60분, 120분 경과후의 혈당을 측정하여 대조군(음용전의 혈당치)으로 선정하였다.

또한, 혈당 강하 요구르트 조성물을 하루 2회(총 300 mL씩 4주간 복용) 점심과 저녁 식사 전에 섭취하도록 한 후 대조군과 동일한 방법으로 공복 혈당과 식후 30분, 60분, 120분 경과 후의 혈당을 측정하여 요구르트 음용 전과 후의 혈당치 변화 정도를 확인하였다. 실험 결과의 통계적 유의성은 실험군 당 평균과 표준편차를 통하여 당뇨환자의 혈당에 대한 요구르트의 효과를 확인하였다. 시험결과의 처리는 각 시험물질 투여전의 Blood glucose level(mg/dL)을 측정한 다음 시험물질 투여 30일 후의 Blood glucose level(mg/dL)을 측정하였다. 항 당뇨 효과에 유의성이 있는 성분물질의 Blood glucose inhibition rate는 다음과 같은 식으로 계산하였다 (Kim *et al,* 1998).

혈당증가 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))

당뇨환자의 요구르트 음용기간별 혈당치 변화

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

결과 및 고찰

요구르트 조성에 따른 정상인의 혈당 상승 억제 시험

정상인을 대상으로 시험한 결과 Fig. 2에서 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/dL가 감소하였고 식후 60분의 혈당치는 22 mg/dL, 식후 120분 혈당치는 8 mg/dL가 감소하였다. 이는 혈당 강하 요구르트를 섭취할 경우 혈당 강하 요구르트의 복합 성분이 혈당을 낮추어 주는 효과를 가지고 있다고 볼 수 있다.

당뇨 환자의 요구르트 음용시 혈당 저하 효과

당뇨 환자를 대상으로 시험한 결과는 Fig. 3에서 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

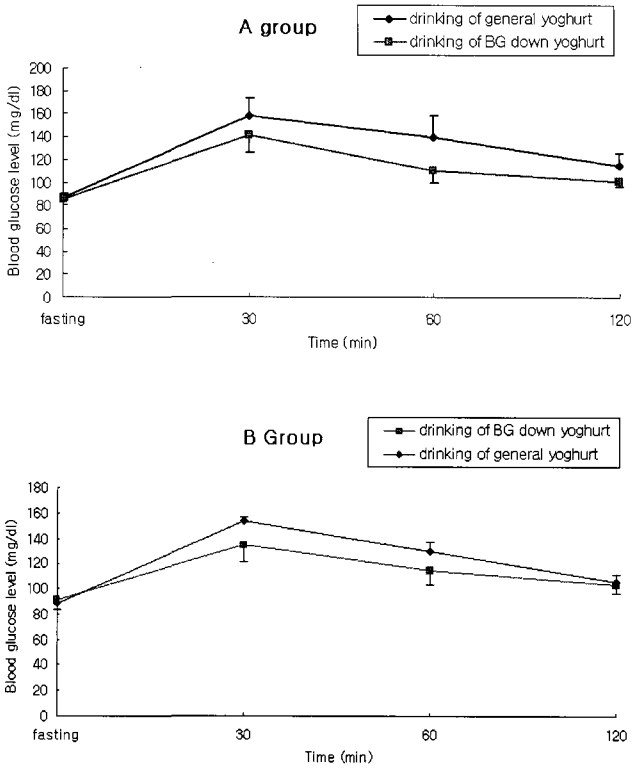

Fig. 2. Changes of B group's blood glucose level.

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

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

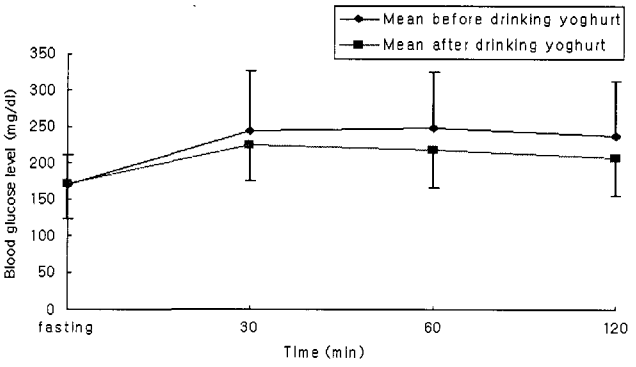

Fig. 3. Changes in blood glucose level of diabetic patients after drinking BG down yoghurt.

혈당치는 19 mg/dL가 감소하였고 식후 60분의 혈당치는 30 mg/dL, 식후 120분 혈당치는 31 mg/dL가 감소하였다. 이는 혈당 강하 요구르트가 혈당 상승 억제 및 혈당을 강하하는 효과가 있음을 간접적으로 나타내는 것으로 볼 수 있다.

혈당 증가 억제율은 Table 3에 나타난 바와 같이 임상대상자 10명의 80%인 8명의 당뇨환자에서 식후 혈당 증가 억제율(%)이 5~40%까지 나타나 현저한 혈당 강하 효과를 볼 수

Table 3. 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	2
	6~20%	4	3
	21~40%	2	5
Blood glucose levels increasing		2	0

있었다. 또한 시험 대상자 모두 저혈당의 증상은 보이지 않았다.

당뇨환자의 요구르트 음용기간별 혈당치 변화

상기 시험에 임했던 당뇨환자들의 혈당 강하 요구르트 음용 전후 식후 30분 및 120분 후의 혈당치 변화를 30일 동안 관찰한 결과이다. Fig. 4는 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 감소하는 경향을 나타내 4주 후에는 65 mg/dL의 현저한 혈당치 감소를 보였다. 결과적으로 음용기간이 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 엔테로코커스 페칼리스 유산구균은 일반적인 유산균과는 달리 생균체에서 뿐만 아니라 사균체에서도 탁월한 혈당 강하

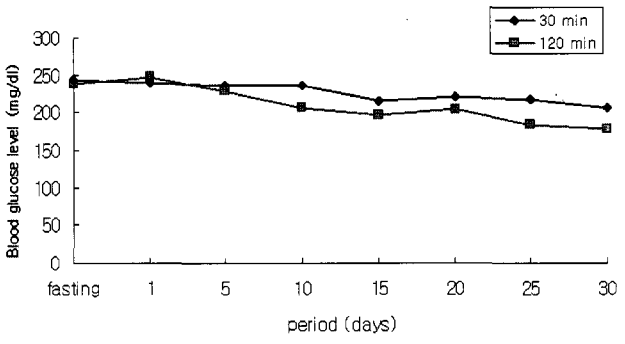

Fig. 4. Changes in blood glucose levels at diabetic patients during drinking periods.

효과를 나타내는 것으로 알려져 있다(Watanabe, 1981). 피니톨은 스트렙토조토신(streptozotocin) 처리 동물실험 및 사람을 대상으로 한 임상시험을 통하여 우수한 혈당 조절 효과가 입증되었으며, 당뇨 합병증인 당뇨성 망막증, 백내장, 신장질환 등에도 탁월한 효과가 있는 것으로 연구되고 있다(Sin *et al.*, 2003). 또한, 바나바 추출물은 동남아시아 특히 필리핀에서 '신의 차'로 알려진 약용 식물로 오래전부터 당뇨병 예방 및 치료에 뛰어난 소재이다. 바나바엽에는 인슐린과 유사한 기작을 가진 식물성 단백질인 코로소린산(Corosolic Acid)이 함유되어 있다. 코로소린산은 포도당 수송체(Glucose Transporter)를 활성화시켜 혈액속에 있는 포도당을 세포로 이동시키는 역할을 수행함으로 혈당을 저하시킨다(Willian, 2002). 또한 바나바 추출물은 식사와 함께 섭취시 당의 흡수를 억제시켜 식후 혈당 조절에 도움을 준다(Hong *et al.*, 2004).

난소화성 덱스트린을 섭취할 경우 위장관이 비는 속도와 소화속도, 그리고 포도당의 흡수속도를 늦춰(Lee *et al.*, 1996) 당뇨환자의 식후 혈당 대사 및 장기적인 포도당 조절에 도움을 준다(김과 이, 1990). 좀 더 설명하면 식이 섬유가 위장에서 전분 소화율의 저하(American diabetes association, 1986), 위장에서 소화된 내용물이 십이지장으로의 이동속도 감소(Jenkins *et al.*, 1988), 소장으로 확산되는 당류의 속도 감소, 소장 상부로 다당류의 분해속도 감소(Jenkins *et al.*, 1981) 그리고 소장내 상피세포에서 단당류가 흡수되는 속도를 감소(Wolever, 1990)시키는 기능이라 할 수 있다.

콩의 천연추출물인 백강낭콩 추출 분말은 전분 소화효소인 알파 아밀라아제와 1:1비율로 복합체(complex)를 형성(John *et al.*, 1975)하여 효소작용을 무력화하여 전분질이 체내에서 글루코오스로 변환하여 흡수되는 것을 막으므로 식후 혈당치의 상승을 억제하는 효과를 가지는 식물 당단백질이다(Michel *et al.*, 1987). 설탕에 비해 체내 분해율과 흡수율이 낮아 에너지화되는 정도가 낮으며 용해도가 낮아 상대적으로 체내 흡수가 매우 천천히 이루어지는 특징을 가지고 있다(노와 김, 2000). 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

혈당 강하 요구르트의 개발을 위해 *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*와 *Lactobacillus acidophilus145, bifidobacterium infantis* 혼합균주에 사균인 FK-23 유산구균, 피니톨, 식이섬유, 백강낭콩 추출 분말, 에리스리톨, 바나바 추출물 등의 기능성 성분을 포함한 요구르트를 제조하여 정상인

과 혈당치가 높은 당뇨환자를 대상으로 간이 임상시험을 실시하였다.

1. 정상인의 식후 혈당치는 일반 요구르트를 섭취했을 때보다 혈당 강하 요구르트 음용 시 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 30분, 식후 60분, 식후 120분 각각 19 mg/dL, 30 mg/dL, 31 mg/dL 감소하였다. 또한, 혈당 증가 억제율도 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. American Diabetes Association (1986) Nutritional recommendations and principles for individuals with diabetes mellitus. *Diabetes Care* **10**, 126-132.
2. 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.
3. Bailey, C. J. (1992) Hypoglycemic, antihyperglycaemic and antidiabetic drugs. *Diabet Med.* **9**, 482-483.
4. Hong, H. and Maeng, W. J. (2004) Effect of malted barley extract and banaba extract on blood glucose levels in genetically diabetic mice. *J. Med. Food.* **7,** 487-490.
5. Jenkins, D. J. A., Wolever, T. M. S., and Jenkins. A. L. (1988) Starchy foods and glycemic index. *Diabetes Care* **10,** 126-132.
6. Jenkins, D. J. A., Wolever, T. M. S., Taylor, R. H., Barker, H., and Feieiden (1981) Glycemic index of foods; a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am. J. Clin. Nutr.* **34,** 362-366.
7. John, J. M. and Lauda, C. M. (1975) Purification and properties of phaseolamin, an inhibition of α-amylase, from the kidney bean, *Phaseolus vulgaris. J. Bio. Chem.* **250,** 8030-8037.
8. Kim, K. S., Sim, S. H., and Kim, P. K. (1998) Antidiabetic activity of constituents of lycii fructus. *The Journal of Applied Pharmacology* **6,** 378-382.
9. Lee, Y. K., Lee, H. S., and Kim, B. W. (1996) Effect of short-term feeding of dietary fiber supplements on glucose metabolism in subject with non-insulin-dependent diabetes mellitus. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **25,** 846-856.
10. Michel, M. D. (1987) Effect of a purified amylase inhibitor on carbohydrate metabolism after a mixed meal in healthy human. *Mayo. Clin. Proc.* **62,** 249-255.
11. Sin, Y. C. and John, Y. J. (2003) Hypoglycemic effect of pinitol isolated from soybean. *Food Science and Industry.* **36,** 56-60.
12. Suegara, N. K. I. (1985) Hypolipidemic effect of *Streptococcus faecalis* Kawai in humans and mechanisms of serum lipid reduction. *Microecology and Therapy.* **17,** 271-281.
13. Watanabe, T. (1981) Studies *Streptococci*. 1. Destribution of fecal *Streptococci* in man. *Microbial. Immunol.* **25(3),** 257-269.
14. Willian, V. J. (2002) Antidiabetic activity of a standardized extract from *Lagerstremia speciosa* leaves in Type Ⅱ diabetics. *Journal of Ethnopharmacology* **87,** 115-117.
15. Wolever, T. M. S. (1990) Relationship between dietary fiber content and composition in foods and the glycemic index. *Am. J. Clin. Nutr.* **51,** 72-75.
16. 김용기 (1997) 당뇨병 치료에 새로운 약물의 개발. 당뇨병 **21,** 333-345.
17. 김유리, 이현철 (1990) 인슐린 비의존형 당뇨병의 치료에 있어서 식이섬유(Guargum)의 효과. 당뇨병 **14,** 73-78.
18. 노봉수, 김상용 (2000) 당알코올의 특성과 응용. 아세아문화사. 서울. pp. 61-73.
19. 라정찬, 배진희, 박형근, 김성훈. 깅경선 (2003) 당뇨환자를 위한 새로운 식이요법제에 관한 연구. 동의생리병리학회지 **17,** 130-134.

(2006. 4. 20. 접수 ; 2006. 6. 18. 채택)