



유제품 섭취와 당뇨 예방

김민경 · 최아리 · 한기성 · 정석근 · 오미화 · 김동훈 · 함준상*

농촌진흥청 국립축산과학원

Dairy Products Intake and Managing Diabetes

Min-Kyung Kim, Ah-ri Choi, Gi-Sung Han, Seok-Geun Jeong, Mihwa-Oh,
Dong-Hun Kim and Jun-Sang Ham*

National Institute of Animal Science, RDA, Suwon 441-350, Korea

ABSTRACT

Milk intake is widely recommended for healthy diet, not only for bone growth and maintenance, but also as a protein, calcium and magnesium sources as part of an adequate diet. Many research suggest that milk and dairy products are associated with a lower risk of type 2 diabetes mellitus (T2DM). Milk and dairy products are low Glycemic index (GI) and Glycemic load (GL) foods. The GI and GL are useful tools to choose foods to help control blood glucose levels in people with diabetes. The GI and GL of milk are 32~42 and 4~5, respectively, and which are about 1/2 and 1/5 of boiled rice. The mechanisms underlying the effects of dairy on T2DM development includes the calcium and vitamin D content in dairy foods and the possible positive effect of high milk and calcium intake on weight control. The role of dairy products on reducing the risk of diabetes can be inferred from the reports that lower serum IGF-1 levels were positively associated with diabetes and the girls with low milk intake had significantly lower IGF-1. Accumulating data from both patients and animal models suggest that microbial ecosystems associated with the human body, especially the gut microbiota, may be associated with several important diseases, such as inflammatory bowel disease, obesity, diabetes and cardiovascular disease. It was thought that fermented milk containing lots of probiotics can be useful for controlling blood glucose levels and preventing complication of diabetes, but sucrose in commercial yogurt should be substituted. There are some reports of oligosaccharide, xylitol, and stevia as a potentially useful sweetener in the diabetic diet.

Keywords : dairy products, diabetes

서 론

세계의 2형 당뇨 환자는 2.8%로 추산되고 있으며, 2030년 까지 4.4%로 증가할 것으로 전망되며(Wild *et al.*, 2004), 이는 비만 증가율과 밀접하게 관련되어 있다(Martini와 Wood, 2009). 탄수화물이 함유된 식품을 섭취하였을 때, 우리 몸에서 탄수화물을 포도당으로 소화시킨 후 세포에서 에너지로

사용되는데, 당뇨는 신체가 혈액 내 포도당 함량을 적절히 조절할 수 없는 상태를 말한다. 인슐린으로 불리는 호르몬이 포도당을 혈류에서 세포로 운반하고 에너지로 전환하는데 필요하지만, 당뇨가 있는 사람들은 인슐린을 생산하지 못하거나(1형 당뇨), 인슐린 생산이 부족하거나, 적절히 이용할 수 없기(2형 당뇨) 때문에 정상인보다 혈중 포도당 수준이 높게 나타난다. 혈중 포도당 수준은 보통 4.0~8.0 mmol/L (72~144 mg/dL)이고, 당뇨가 있는 사람들은 혈당치를 가능한 정상에 가깝도록 노력하여야 한다. 당뇨 치료제로는 췌장에서 인슐린을 더 많이 생산하도록 자극하는 sulfonylureas나

* Corresponding author: Jun-Sang Ham, National Institute of Animal Science, RDA, Suwon 441-706, Korea. Tel: +82-31-290-1692, Fax: +82-31-290-1697, E-mail: hamjs@korea.kr

인슐린 저항성 개선이나 α -glucosidase 억제를 통한 당의 흡수를 낮추는 metformin이나 glitazones 같은 경구 투약이 일반적으로 사용되나, 투약은 저혈당, 체중 증가, 간 독성 및 높은 혈중 젖산(Park 등, 2003)과 같은 다양한 부작용이 발생된다. 인슐린을 사용하는 사람들은 규칙적인 운동과 인슐린과 잘 맞는 건강한 식사를 하는 것이 혈당치 조절에 중요하다. 이러한 사람들은 인슐린의 타이밍, 양 및 형태뿐만 아니라 섭취하는 탄수화물 식품의 타이밍, 양 및 형태도 고려할 필요가 있다. 당뇨 환자의 95% 이상은 2형 당뇨병으로 분류되며, 2형 당뇨병은 식생활의 서구화에 따른 고열량, 고지방, 고단백의 식단, 운동 부족, 스트레스 등 환경적인 요인이 크게 작용하는 것으로 알려지고 있다. 한편, 당뇨 관리에 도움을 주기 위한 건강식습관으로 호주 당뇨협회에서는 다음과 같이 권장하고 있다. 첫째, 규칙적인 식사와 건강에 좋은 간식을 먹을 것, 둘째, 통곡(whole grain)으로 만든 빵과 씨리얼, 두류, 렌즈콩, 야채와 과일 같은 식이섬유가 많은 탄수화물

식품을 기초로 한 식사, 셋째, 섭취하는 지방의 양을 체크하고 살코기와 저지방 유제품을 선택하여 포화 지방의 섭취를 제한할 것, 튀긴 식품, 패스트리와 비스킷을 피하도록 노력할 것, 넷째, 섭취하는 식품의 양과 매일 소모하는 양을 고려하여 건강한 체중 범위를 유지할 것 등이다. 본 고에서는 당뇨 예방을 위해 권장되는 탄수화물 식품의 기준이 되는 GI (Glycemic index)와 당뇨 예방을 위한 유제품의 역할에 대해 고찰하고자 한다.

본 론

1. 탄수화물과 Glycemic Index

식품 중의 탄수화물 양은 식사 후 혈당에 영향을 미치는 가장 중요한 요인이다. 탄수화물을 함유하는 식품은 밥, 빵, 씨리얼, 파스타, 과일, 과일주스, 야채 등이 있다. 우유와 요구르트도 유당의 형태로 탄수화물을 함유하고 있다. Glycemic index

Table 1. The average GI of 62 common foods derived from multiple studies by different laboratories (Atkinson *et al.*, 2008)

High-carbohydrate foods		Breakfast cereals		Fruit and fruit products		Vegetables	
White wheat bread*	75±2	Cornflakes	81±6	Apple, raw ↑	36±2	Potato, boiled	78±4
Whole wheat/whole meal bread	74±2	Wheat flake biscuits	69±2	Orange, raw ↑	43±3	Potato, instant mash	67±3
Specialty grain bread	53±2	Porridge, rolled oats	55±2	Banana, raw ↑	51±3	Potato, french fries	63±5
Unleavened wheat bread	70±5	Instant oat porridge	79±3	Pineapple, raw	59±8	Carrots, boiled	39±4
Wheat roti	62±3	Rice porridge/congee	78±9	Mango, raw ↑	51±5	Sweet potato, boiled	63±6
Chapatti	52±4	Millet porridge	67±5	Watermelon, raw	76±4	Pumpkin, boiled	64±7
Corn tortilla	46±4	Muesli	57±2	Dates, raw	42±4	Plantain/green banana	55±6
White rice, boiled*	73±4			Peaches, canned ↑	43±5	Taro, boiled	53±2
Brown rice, boiled	68±4			Strawberry, jam/jelly	49±3	Vegetables soup	48±5
Barley	28±2			Apple juice	41±2		
Sweet corn	52±5			Orange juice	50±2		
Spaghetti, white	49±2						
Spaghetti, whole meal	48±5						
Rice noodles	53±7						
Udon noodles	55±7						
Couscous ↑	65±4						
Dairy products and alternatives		Legumes		Snack products		Sugars	
Milk, full fat	39±3	Chickpeas	28±9	Chocolate	40±3	Fructose	15±4
Milk, skim	37±4	Kidney beans	24±4	Popcorn	65±5	Sucrose	65±4
Ice cream	51±3	Lentils	32±5	Potato crisps	56±3	Glucose	103±3
Yogurt, fruit	41±2	Soya beans	16±1	Soft drink/soda	59±3	Honey	61±3
Soy milk	34±4			Rice crackers/crisps	87±2		
Rice milk	86±7						

Data are means±SEM. *Low-GI varieties were also identified ↑ Average of all available data.

(GI)는 당뇨가 있는 사람들의 혈당 조절을 돕는 식품 선택에 유용하게 사용될 수 있다. 식품 내 탄수화물은 소화·흡수되는 속도가 다르다. GI는 탄수화물 함유 식품을 혈당을 높이는 정도에 근거하여 순위를(0~100) 정하는 방법이다. 빠르게 소화되어 혈당치를 높이는 탄수화물이 함유된 식품은 GI가 높은 식품이다. GI 70 이상의 식품을 고 GI 식품으로, GI 55 이하의 식품을 저 GI 식품으로 분류된다. 한편, glyceemic load(GL)는 GI를 100으로 나누고, 가용 탄수화물(탄수화물-식이섬유) 함량을 곱하여 계산된다. 많은 건강 전문가들도 GI와 GL이 너무 복잡하고 임상적으로 적용하기에 변이가 심하다고 생각하나(Franz, 2003), WHO(Mann *et al.*, 2007), 미국(Sheard, 2004), 영국(Nutrition Subcommittee of the Diabetes Care Advisory Committee of Diabetes UK, 2003) 및 캐나다 당뇨협회(Canadian Diabetes Association, 2000)에서는 이러한

개념을 지지하고 있다. 믿을만한 GI 표는 지속적인 연구를 위해 중요하며, 2002년(Foster-Powell *et al.*, 2002) 출판되었다가 2008년 개정되었다(Atkinson *et al.*, 2008). 개정판에서도 대부분의 유제품, 야채, 과일은 저 GI 식품(55 이하)으로, 쌀과 감자는 고 GI 식품(70 이상)으로 분류되었다(Table 1). 데이터 품질은 개선되었으나, 많은 식품이 시험 환자수가 적어 주의가 필요하다. 한편, 오레곤 주립대학교에서 제시한 GL 값(Table 2)을 보면 탈지유는 쌀밥의 1/6 수준으로 보고되고 있으며, 전지유의 경우도 4(호주)~5(영국)로 보고되고 있다.

2. 유제품 섭취 효과

당뇨와 관련된 유제품의 효과는 칼슘과 비타민 D 함량(Pittas, 2007)과 체중 조절에 미치는 우유와 칼슘 섭취 효과

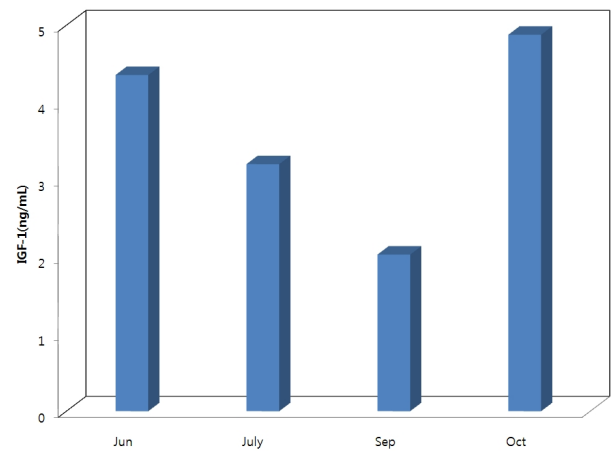
Table 2. Glyceemic index and glyceemic load values for selected foods (<http://lpi.oregonstate.edu/infocenter/foods/grains/gigl.html>)

Food	Glyceemic index (Glucose=100)	Serving size	Carbohydrate per serving (g)	Glyceemic load per serving
Dates, dried	103	2 oz	40	42
Cornflakes	81	1 cup	26	21
Jelly beans	78	1 oz	28	22
Puffed rice cakes	78	3 cakes	21	17
Russet potato (baked)	76	1 medium	30	23
Doughnut	76	1 medium	23	17
Soda crackers	74	4 crackers	17	12
White bread	73	1 large slice	14	10
Table sugar (sucrose)	68	2 tsp	10	7
Pancake	67	6" diameter	58	39
White rice (boiled)	64	1 cup	36	23
Brown rice (boiled)	55	1 cup	33	18
Spaghetti, white; boiled 10~15 min	44	1 cup	40	18
Spaghetti, white; boiled 5 min	38	1 cup	40	15
Spaghetti, whole wheat; boiled	37	1 cup	37	14
Rye, pumpernickel bread	41	1 large slice	12	5
Oranges, raw	42	1 medium	11	5
Pears, raw	38	1 medium	11	4
Apples, raw	38	1 medium	15	6
All-Bran™ cereal	38	1 cup	23	9
Skim milk	32	8 fl oz	13	4
Lentils, dried; boiled	29	1 cup	18	5
Kidney beans, dried; boiled	28	1 cup	25	7
Pearled barley; boiled	25	1 cup	42	11
Cashew nuts	22	1 oz	9	2
Peanuts	14	1 oz	6	1

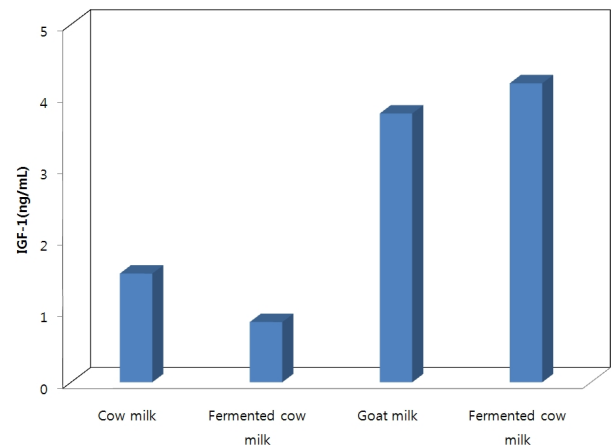
를 들 수 있다(Zemel *et al.*, 2008). 칼슘과 비타민 D의 포도당 항상성(glucose homeostasis)에 미치는 유익한 효과는 여러 가지 실험으로 밝혀졌다. 췌장 β -cell이 비타민 D 수용체(VDR), 1α -hydroxylase 효소, 그리고 칼슘결합단백질을 발현한다는 사실은 이러한 세포가 인슐린 분비를 증가시켜 비타민 D와 반응하는 능력과 일치한다고 하여 인슐린 분비가 증가하는 것과 일치한다(Bland *et al.*, 2004). 또한, VDR 기능이 없는 쥐는 인슐린 농도가 낮고 혈당치가 높다는 것은 췌장 기능에서 비타민 D의 역할과 일치한다(Norman *et al.*, 1980). 비타민 D가 결핍된 쥐에게 비타민 D를 급여하면 인슐린 분비가 증가하고 혈당치가 감소한다(Zeitz *et al.*, 2003). β -cell을 비타민 D와 배양하여 인슐린 분비시 세포질 칼슘 농도가 높아지기 때문에 인슐린 분비와 관련된 비타민 D의 기작에는 칼슘과 PTH(parathyroid hormone)가 관련될지 모른다(Tai *et al.*, 2008). 지속적인 PTH 상승은 인슐린 민감도에 부의 영향이 있는 것으로 보인다(Taylor, 1997). 몇몇의 연구는 칼슘과 유제품 섭취가 항비만 효과가 있음을 보였는 바(Zemel *et al.*, 2008; Zemel과 Sun, 2008), 항비만 효과는 당뇨 예방을 위해 바람직하다.

최근 IGF-1(Insulin-like growth factor-1) 수치가 낮은 65세 미만 성인은 당뇨발병 위험이 높다는 것이 대규모 임상실험 결과 보고되었다(Teppala과 Shankar, 2010). IGF-1은 구조와 기능이 인슐린과 유사하며, 사람의 경우 IGF-1의 생성은 나이에 따라 감소한다. 그런데, 혈중 IGF-1 수치는 우유 섭취와 관련(Esterle *et al.*, 2009)이 있다는 보고는 유제품이 IGF-1의 중요한 공급원이 될 수 있음을 의미한다. 우유의 IGF-1 함량은 초유에 다량 함유되어 있으나, 상유에는 1~83 ng/mL로 보고되고 있다(Donovan *et al.*, 1991). 함 등(2008)은 산양우 요구르트 급여가 당뇨유발 실험동물에서 혈당을 낮추는 효과가 있음을 주장하였으며, human IGF-1 immunoassay로 분석한 결과 산양우 요구르트의 IGF-1 함량은 4.2 ng/mL로 우유 요구르트 0.8 ng/mL보다 약 5배 높음을 확인하였다.

요구르트는 유산균으로 발효시킨 유제품으로 다양한 유익한 효과가 알려지고 있어 건강식품으로 남녀노소에 애용되고 있다. 요구르트에는 제품에 따라 차이가 있으나 $10^7 \sim 10^9$ CFU/mL의 유산균이 함유되어 있으며, Yun 등(2009)은 2형 당뇨 실험동물에 *Lactobacillus gasseri* BNR17 10^{10} CFU/mL을 급여시 대조구에 비해 혈당치가 유의적으로 감소하였음을 보고하였다. 함 등(2007)은 *Streptococcus thermophilus* KACC 91147이 10^9 CFU/mL 함유된 우유 500 mL을 공복에 섭취 1시간 후 약 10%의 혈당 감소를 보고하였다. 우유에 유당이 함유되어 혈당이 증가할 것으로 기대되었으나, 오히려 감소한 이유는 실험에 참가한 사람 대부분이 유당불내증으로 유당을 분해하지 못하고, 첨가된 *Streptococcus thermophilus*이



(a)



(b)

Fig. 1. IGF-1 content of goat milk (a) and fermented milk (b).

유당을 분해하여 포도당을 활용하고 galactose는 UDP galactose를 거쳐 UDP glucose로 전변되어 체내 글리코겐 합성에 활용(glucosyl donor)된 때문으로 추정된다. 한편, 프로바이오틱스의 기능성은 ‘유익한 유산균의 증식, 장내 유해미생물의 억제, 장내 연동운동, 정장작용’이 규정되어 있는 바, 혈당이 높은 당뇨 환자에서 특히 중요할 것으로 생각된다. 정상 쥐(NC)에 비해 2형 당뇨 유발 동물의 장내에는 약 10배의 미생물이 존재하며(Fig. 2), 이는 혈액내 포도당 함량이 4배 이상 함유(NC 평균 113.5 mg/dL, 당뇨대조구-PC 평균 537.9 mg/dL, 발효유 급여구-G 그룹 평균 446.9 mg/dL, 메트포민 처리구-DC 478.7 mg/dL)되어 미생물에 더 좋은 성장조건을 제공할 때문으로 생각된다. 장내 미생물 균총이 염증성 질환, 비만, 당뇨, 그리고 심혈관 질환 같은 중요한 질병과 관련되어 있다는 결과들이 임상 및 동물 모델 실험을 통해 제시되고 있다. 그런데, 어떤 미생물이 질병을 일으키는가를 해명하는 것은 시작 단계에 불과하다. 하나의 주요한 난

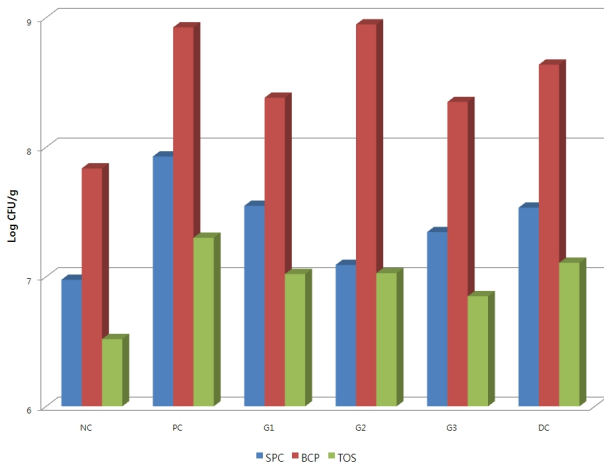


Fig. 2. Bacterial counts in the fecal samples from cecum of T2DM rats.

점은 미생물 조성을 결정하는 통일된 방법을 확립하는 것이다. 실험실마다 각자의 방법을 사용하기 때문에 실험실간 비교가 어렵다. 더욱 어려운 문제는 질병을 예방하고 건강을 증진시키기 위해 장내 미생물을 변화시키는 수단(또는 신호)을 확인하는 것이다(Bäckhed, 2010). 수많은 장내 미생물 가운데 비피더스균을 포함한 유산균은 숙주에 대하여 유해한 대사산물을 생성하지 않으며, 유해세균의 증식을 억제하여 장내 균총을 정상상태로 개선함으로써 각종 질환의 예방에 기여하는 것으로 알려지고 있다. 유산균이 다량 함유된 요구르트는 당뇨 및 합병증의 예방과 혈당 조절에 유용하게 활용될 수 있을 것으로 생각되나, 상업용 요구르트는 감미제로 사용되는 설탕의 대체가 필요하며, 대체 감미제로 올리고당, 자일리톨, 스테비아 등이 바람직하다. 올리고당은 소장에서 흡수되지 않고 대장에 도달하여 비피더스균에 의해 이용되어 비피더스 증식인자로 알려지고 있다. 당뇨환자식에서 자일리톨 함유 식사는 전분 함유 식사와 비슷하였으나, 설탕 함유 식사는 자일리톨이나 전분 함유 식사보다 식후 혈당과 인슐린 요구량을 유의적으로($p < 0.01$) 증가시켰고(Hassinger *et al.*, 1981), 스테비아는 설탕에 비해 식후 혈당치를 유의적으로($p < 0.01$) 낮췄으며, 아스파탐과 설탕에 비해 식후 인슐린 수준을 낮췄다(Anton *et al.*, 2010)고 보고된 바 있다.

결론

유제품 섭취는 뼈 성장과 유지뿐만 아니라 단백질, 칼슘, 마그네슘이 풍부하여 건강식품으로 널리 장려되고 있으며, 일부 연구에서는 유제품이 2형 당뇨의 위험을 낮춘다는 증거를 제시하고 있다. 유제품은 당뇨 예방을 위해 권장되는 탄수화물 식품의 기준이 되는 GI(Glycemic index)와 GL(Glycemic

load)가 낮은 식품으로 우리의 주식인 밥에 비해 GI는 약 1/2, GL은 약 1/5 수준이다. 유제품에 풍부한 칼슘과 비타민 D가 포도당 항상성(glucose homeostasis) 유지에 유익한 효과를 나타내며, 칼슘은 당뇨 예방을 위해 바람직한 항비만 효과가 보고되었다. 혈중 IGF-1 함량이 낮은 사람은 당뇨의 위험이 높으며, 혈중 IGF-1 함량은 유제품 섭취량과 관련이 있다는 보고는 유제품 섭취가 당뇨 예방에 역할하고 있음을 보여준다. 장내 미생물 균총이 염증성 장질환, 비만, 당뇨, 그리고 심혈관 질환과 같은 중요한 질병과 관련되어 있다는 결과들이 임상 및 동물 모델 실험을 통해 제시되고 있다. 유산균이 다량 함유된 요구르트는 당뇨 및 합병증의 예방과 혈당 조절에 유용하게 활용될 수 있을 것으로 생각되나, 상업용 요구르트는 감미제로 사용되는 설탕의 대체가 필요하며, 대체 감미제로 올리고당, 자일리톨, 스테비아 등이 바람직하다.

참고문헌

- Anton, S. D., Martin, C. K., Han, H., Coulon, S., Cefalu, W. T., Geiselman, P. and Williamson, D. A. 2010. Effects of stevia, aspartame, and sucrose on food intake, satiety, and postprandial glucose and insulin levels. *Appetite*. 55(1):37-43.
- Atkinson, F. S., Foster-Powell, K. and Brand-Miller, J. C. 2008. International tables of glycemic index and glycemic load values. *Diabetes Care*. 31:2281-2283.
- Bäckhed, F. 2010. 99th Dahlem conference on infection, inflammation and chronic inflammatory disorders: The normal gut microbiota in health and disease. *Clin. Exp. Immunol.* 160(1):80-84.
- Bland, R., Markovic, D., Hills, C. E., Hughes, S. V., Chan, S. L., Squires, P. E. and Hewison, M. 2004. Expression of 25-hydroxyvitamin D3-1 α -hydroxylase in pancreatic islets. *J. Steroid Biochem. Mol. Biol.* 89-90(1-5):121-125.
- Canadian Diabetes Association. 2000. Guidelines for the nutritional management of diabetes mellitus in the new millennium. A position statement by the Canadian Diabetes Association. *Can. J. Diabetes Care*. 23:56-69.
- Donovan, S. M., Hintz, R. L., Wilson, D. M. and Rosenfeld, R. G. 1991. Insulin-like growth factors I and II and their binding proteins in rat milk. *Pediatric Research*. 29:50-55.
- Esterle, L., Sabatier, J. P., Guillon-Metz, F., Walrant-Debray, O., Guaydier-Souquières, G., Jehan, F. and Garabédian, M. 2009. Milk, rather than other foods, is associated with vertebral bone mass and circulating IGF-1 in female adolescents.

- Osteoporos Int. 20:567-575.
8. Foster-Powell, K., Holt, S. H. and Brand-Miller, J. C. 2002. International table of glycemic index and glycemic load values 2002. Am. J. Clin. Nutr. 76:5-56.
 9. Franz, M. 2003. The glycemic index: not the most effective nutrition therapy intervention. Diabetes Care 26:2466-2468.
 10. Ham, J. S., Jeong, S. G., Noh, Y. B., Shin, J. H., Han, G. S., Chae, H. S., Yoo, Y. M., Ahn, J. N., Cho, Y. M. and Kim, G. B. 2007. Effect of milk containing *Streptococcus thermophilus* KACC 91147 on blood glucose levels. Korean J. Food Sci. Ani. Resour. 27:496-500.
 11. Ham, J. S., Shin, J. H., Jang, A., Jeong, S. G., Park, K. W., Kim, H. U., Kang, S. Y., Hwang, H. J. and Lee, W. K. 2008. Effects of goat milk yogurt supplemented with citrus concentrate on blood glucose and serum lipids in diabetic rats. Korean J. Food Sci. Ani. Resour. 28:445-450.
 12. Hassinger, W., Sauer, G., Cordes, U., Krause, U., Beyer, J. and Baessler, K. H. 1981. The effects of equal caloric amounts of xylitol, sucrose and starch on insulin requirements and blood glucose levels in insulin-dependent diabetics. Diabetologia. 21(1):37-40.
 13. <http://lpi.oregonstate.edu/infocenter/foods/grains/gigl.html>
 14. Mann, J., Cummings, J., Englyst, H., Key, T., Liu, S., Riccardi, G., Summerbell, C., Uauy, R., van Dam, R., Venn, B., Vorster, H. and Wiseman, M. 2007. FAO/WHO Scientific update on carbohydrates in human nutrition: Conclusions. Eur. J. Clin. Nutr. 61:S132-S137.
 15. Martini, L. A. and Wood, R. J. 2009. Milk intake and the risk of type 2 diabetes mellitus, hypertension and prostate cancer. Arq. Bras. Endocrinol. Metab. 53:688-694.
 16. Norman, A. W., Frankel, J. B., Heldt, A. M. and Grodsky, G. M. 1980. Vitamin D deficiency inhibits pancreatic secretion of insulin. Science. 209(4458):823-825.
 17. Nutrition Subcommittee of the Diabetes Care Advisory Committee of Diabetes UK. 2003. The implementation of nutritional advice for people with diabetes. Diabet. Med. 20:786-807.
 18. Pittas, A. G., Lau, J., Hu, F. B., and Dawson-Hughes, B. 2007. The role of vitamin D and calcium in type 2 diabetes. A systematic review and metaanalysis. J. Clin. Endocrinol. Metab. 92(6):2017-2029.
 19. Sheard, N., Clark, N., Brand-Miller, J., Franz, M., Pi-Sunyer, F. X., Mayer-Davis, E., Kulkarni, K. and Geil, P. 2004. Dietary carbohydrate (amount and type) in the prevention and management of diabetes. Diabetes Care. 27:2266-2271.
 20. Tai, K., Need, A. G., Horowitz, M. and Chapman, I. M. 2008. Vitamin D, glucose, insulin, and insulin sensitivity. Nutrition. 24(3):279-285.
 21. Taylor, W. H. and Khaleeli, A. A. 1997. Prevalence of primary hyperparathyroidism in patients with diabetes mellitus. Diabetic Med. 14(5):386-389.
 22. Teppala, S. and Shankar, A. 2010. Association between serum IGF-1 and diabetes among U.S. adults. Diabetes Care. 33: 2257-2259.
 23. Wild, S., Roglic, G., Green, A., Sicree, R. and King, H. 2004. Global prevalence of diabetes: estimates for the year 2000 and projections for 2030. Diabetes Care. 27:1047-1053.
 23. Yun, S. I., Park, H. O. and Kang, J. H. 2009. Effect of *Lactobacillus gasseri* BNR17 on blood glucose levels and body weight in a mouse model of type 2 diabetes. J. Appl. Microbiol. 107(5):1681-1686.
 24. Zeitz, U., Weber, K., Soegiarto, D. W., Wolf, E., Balling, R. and Erben, R. G. 2003. Impaired insulin secretory capacity in mice lacking a functional vitamin D receptor. FASEB J. 17(3):509-511.
 25. Zemel, M. B. and Sun, X. 2008. Calcitriol and energy metabolism. Nut. Rev. 66(suppl 2):S139-S146.
 26. Zemel, M. B., Donnelly, J. E., Smith, B. K., Sullivan, D. K., Richards, J., Morgan-Hanusa, D., Mayo, M. S., Sun, X., Cook-Wiens, G., Bailey, B. W., Van Walleghen, E. L. and Washburn, R. A. 2008. Effects of dairy intake on weight maintenance. Nutr. Metab. (Lond). 5:28.

(Received 2011.5.30/Revised 2011.6.17/Accepted 2011.6.20)