

대두와 Magnesium 급여가 당뇨쥐의 혈당 및 지질대사에 미치는 영향

고진복

부산여자대학교 생물학과

Effects of Raw Soy Flour and Magnesium on Serum Glucose and Lipid Metabolism in Streptozotocin-Diabetic Rats

Jin-Bog Koh

Dept. of Biology, Pusan Women's University, Pusan 616-736, Korea

Abstract

Effects of raw soy flour(RSF) and RSF with magnesium supplementation(RSF+Mg) feeding on lipid metabolism and serum glucose concentration of diabetic and nondiabetic rats were studied. Male rats(Sprague-Dawley, body weight $332.8 \pm 19.3g$) were assigned to four dietary groups and fed for 4 weeks. For each experimental diet some rats were injected with streptozotocin in intraperitoneum (i.p.) to induce diabetes, and other rats were injected with buffer i.p. as a nondiabetic group. The diabetic rats fed diets of control, RSF and RSF+Mg showed significant body weight decrease(-67~-79g) compared with nondiabetic group. Pancreas weights in diabetic RSF and RSF+Mg groups were heavier than those of the control and nondiabetic groups. Fasting serum glucose level of diabetic RSF and RSF+Mg groups significantly decreased by 73 and 44% compared with the diabetic control group, but they significantly increased by 77 and 111% compared with the nondiabetic group. Serum triglyceride, phospholipid and total cholesterol concentration of diabetic RSF and RSF+Mg groups significantly decreased compared with the diabetic control group. Serum HDL-cholesterol, HDL-cholesterol/total cholesterol ratio and liver total cholesterol were not affected by RSF and RSF+Mg feeding. Liver total lipid and triglyceride concentration were significantly lower in diabetic groups than those in the nondiabetic group. The results indicated that RSF and RSF+Mg feeding did not produce hyperlipemia and somewhat improved the glucose levels in diabetic rats.

Key words: raw soybean, magnesium, serum lipids, liver lipids, streptozotocin diabetic rats

서론

당뇨병은 오래전부터 알려진 질환으로 그 병인은 단일 질환이라기 보다는 복합적 질환으로 알려져 있다. 인슐린 비의존형 당뇨병 환자에서 혈당강화제 복용과 함께 식이요법은 치료의 가장 중요한 부분이다(1-3). 식이요법의 목적은 혈당을 조절하고, 혈청지질과 지단백질 수준을 개선하여 정상화시키는 것이다(2-5). 일반적으로 혈당증의 반응(glycemic response)은 식품의 소화율에 따라 다르며, 식품의 소화율은 식품의 종류나 식품에 함유된 전분의 특성, 단백질, 지방, 식이섬유 및 항영양소인자(antinutrients)에 의해서 크게 영향을 받는 것으로 알려져 있다(6).

Trypsin inhibitor를 당뇨쥐에 투여하면 혈당을 감소시키고(7-9), 췌장의 비대와 Langerhans섬의 퇴행

성 변화가 일어난다고 보고된 바 있고(10,11), 그리고 날콩가루나 다른 콩과식품 및 여러종류의 채소를 실험 동물에 급여한 바 흰쥐, 생쥐와 병아리에서는 췌장이 비대하였으나 개, 송아지와 돼지는 췌장의 비대가 일어나지 않았다는 보고가 있다(12-19). 이와같은 영향은 부분적으로 trypsin inhibitor와 다른 항영양소인자 때문이라고 하겠다(13).

마그네슘은 에너지대사에 있어서 해당경로와 ATP의 존반응의 효소활성에 매우 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다(20-22). 즉 ATP는 조효소 합성, 근육수축, methyl group전이, sulfate, acetate, formate 활성화에 필요하며 여러 화학적 반응에 대해 필요한 물질이다(23,24). 마그네슘은 당뇨병에도 영향을 주는 것으로 보고된 바 있어 관심의 대상이 되고 있다. 마그네슘은 Langerhans섬 β 세포에서 당에 대한 감수성을 조절하

여 인슐린 분비에 영향을 주며(25). 뇌하수체 후엽호르몬과 vascular smooth muscle의 경우처럼 호르몬-수용체 친화성을 증가시키는 능력을 갖고 있는 것으로 알려져 있다(26).

이상의 여러 보고에서 나타난 바와 같이 생콩단백질과 마그네슘이 당뇨병과도 밀접한 관계가 있는 것으로 동물실험을 통하여 상호관계를 밝힌 연구는 드문 실정이다. 이에 본 연구는 정상 흰쥐에 streptozotocin을 주사하여 당뇨병을 유발시킨 후 단백질원으로 생콩가루를 사용하고, 생콩가루에 마그네슘을 첨가한 식이를 일정 기간 급여한 후 당뇨병 흰쥐의 혈당변화와 혈액 및 간중지질의 농도변화를 비교 검토하여 당뇨병의 개선 효과를 조사하였다.

재료 및 방법

실험동물은 체중이 평균 $332.8 \pm 19.3\text{g}$ (11주령)되는 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐로 본 실험실에서 번식시킨 쥐로 이유 후 고형사료(삼양유지사료)로 사육 후 실험시작 전 1주일 동안 대조식으로 적응시킨 후 평균 체중이 비슷한 것끼리 10마리씩 4군으로 나누었다.

당뇨병 유발은 0.01M citrate buffer(pH 4.5)에 용해시킨 streptozotocin을 1회(50mg/kg body weight) 복강내 주사하고, 1주일 후 2회(40mg/kg body weight) 복강내 주사하였다. 당뇨병의 유발 확인은 2회 주사한

다음 1주일 후 미정맥에서 채혈하여 혈당을 측정하고 혈당량이 300mg% 이상인 동물을 당뇨쥐로 사용하였다. 대조군은 0.01M citrate buffer를 당뇨병 유발군과 같은 방법으로 2회 주사하였다.

실험동물의 사육조건은 온도 $24 \pm 2^\circ\text{C}$, 습도 55~60%를 항상 유지시켰으며 명암은 12시간(7:00-19:00)을 주기로 자동 조절되었으며, 물과 식이는 자유로이 섭취시켰다. 실험 식이의 조성은 Table 1과 같다. 정상대조군, 당뇨병을 유발한 동물에 대조식이급여군(당뇨대조군), 낱콩급여군(당뇨낱콩군) 및 낱콩과 마그네슘첨가급여군(당뇨낱콩+Mg군) 등으로 나누어 4주간 사육하였다.

실험식이 4주간 급여 후 16시간 절식시킨 다음 ethyl ether로 마취하여 심장에서 채혈하고, 채취한 혈액은 실온에서 30분 후 3,000rpm에서 20분간 원심분리하여 혈청을 분리한 즉시 각 성분 분석에 사용하였다. 간 및 췌장을 떼어낸 후 즉시 생리식염수로 씻고 여과지로 습기를 제거하고 무게를 측정하였다.

혈청 중 glucose 농도는 glucose oxidase법에 따라 조제된 시약 kit(영연화학, Japan)로 측정하였고, 간의 지질은 Folch법(27)으로 추출하여 지질측정용으로 사용하였다. 혈청과 간의 총 지질 함량은 phospho-vanillin 법(28), 중성지질 함량은 중성지방 측정용 kit(영연화학, Japan), 인지질 함량은 인지질 측정용 kit(PL-E(OM), Iatron, Japan), 총 콜레스테롤 함량은 총 콜레스테롤 측정용 kit(Cholestrol-C, 영연화학, Japan), 혈청 중 HDL-

Table 1. Composition of diets

(g)

Ingredients	Control	Raw soy	Raw soy+Mg
Milled rice	69.0	60.0	60.0
Raw soy flour		20.0	20.0
Casein	15.0	7.0	7.0
Soybean oil ¹⁾	10.0	7.0	7.0
DL-methionine	0.3	0.3	0.3
Choline chloride	0.2	0.2	0.2
Cellulose ²⁾	2.5	2.5	2.5
Mineral mix ³⁾	2.0	2.0	2.0
Vitamin ⁴⁾	1.0	1.0	1.0
Magnesium oxide			0.17
Metabolic			
Energy(kcal/100g)	373.5	370.8	370.8
Protein(g/100g)	19.8	19.5	19.5

¹⁾Baeksul Food Co., Korea

²⁾Cellulose; Sigma Co., LTD. U.S.A.

³⁾Mineral mixture(g/100g): Calcium lactate, 35.15; calcium phosphate, monobasic, 14.6; potassium phosphate, 25.78; sodium phosphate, monobasic, 9.38; sodium chloride, 4.61; magnesium sulfate, 7.19; ferric citrate, 3.29

⁴⁾Vitamin mixture prepared in glucose; thiamin HCl, 600mg; riboflavin, 600mg; pyridoxine, 700mg; nicotinic acid, 3g; D-calcium pantothenate, 1.6g; folic acid, 200mg; D-biotin, 20mg; cyanocobalamin, 1mg; vitamin A, 400,000 IU; DL- α tocopheryl acetate, 5,000 IU; cholecalciferol(vit D), 2.5mg; menaquinone, 5.0mg

콜레스테롤 농도는 HDL-콜레스테롤 측정용 kit(야트리포하이콜레스트, Iatron, Japan)를 각각 사용하여 측정하였다. 본 연구에 대한 모든 실험결과는 평균치와 표준편차로 나타내었고, 통계적 유의성은 Student's t-test로 검증하였다.

결과 및 고찰

생콩가루 및 생콩가루에 마그네슘 첨가급식시 당뇨쥐에 미치는 영향을 관찰하고자 실험동물의 체중 변화, 장기 중량, 혈청지질 농도 및 혈당 농도를 조사하였다. 실험쥐의 체중 및 간과 췌장의 중량변화는 Table 2에 표시하였다. 체중의 변화는 정상군은 58g 증가하였으나 당뇨대조군, 당뇨쥐에 20% 생콩가루 급식군(당뇨생콩군) 및 당뇨쥐에 20% 생콩가루와 마그네슘 첨가 급식군(당뇨생콩+Mg군)은 각각 79.3g, 78.8g 및 67.1g 감소하였다. 이는 당뇨병에 의한 체내대사의 퇴행적인 변화 때문이라고 할 수 있다(29,30).

간의 총 중량은 대조군과 당뇨대조군 및 각 실험군이 비슷한 경향이였으나 간중량을 체중에 대한 % 비율로는 대조군에 비하여 당뇨대조군은 61% 증가되었고, 당뇨생콩군 및 당뇨생콩+Mg군은 각각 51% 및 49% 증가되었다. 이러한 현상은 본 실험에서 간의 총 지질과 중성지질 농도가 대조군에 비하여 모든 당뇨실험군이 유의하게 감소된 점으로 미루어 볼 때 당뇨유발에 의하여 간이 비대하였다고 보다는 대조군에 비하여 당뇨군의 체중 감소로 상대적으로 체중에 대한 간 중량의 %비율이 증가된 것으로 생각되며, 본 실험의 결과는 선행 보고(30-32)와 비슷하였다. 그리고 Struthers 등(19)은 trypsin inhibitor(TI)가 동물에 미치는 영향에 관한 실험에서 가열한 콩(TI 함량: 4~5 U/mg protein)과 생콩(TI 함량: 115~130U/mg protein)을 38.4%씩 혼합한 식이로 28일간 흰쥐를 사육한 바 간 중량(g/체중 100g)은 가열한 콩급여군은 3.41g에 비하여 생콩급

여군은 3.30g으로 차이를 보이지 않았다고 하였다. 이러한 점으로 보아 생콩 중 trypsin inhibitor는 간 중량에는 영향을 주지 않음을 알 수 있다.

췌장의 총 중량은 대조군에 비하여 당뇨대조군, 당뇨생콩군 및 당뇨생콩+Mg군은 각각 27%, 87% 및 80% 증가하였다. 그리고 당뇨대조군에 비하여 당뇨생콩군과 당뇨생콩+Mg군은 각각 47% 및 41% 증가하였다. 췌장 중량을 체중에 대한 % 비율로는 대조군에 비하여 당뇨대조군, 당뇨생콩군 및 당뇨생콩+Mg군은 각각 91%, 159% 및 163% 증가하였고 당뇨대조군에 비하여 당뇨생콩군과 당뇨생콩+Mg군은 각각 36% 및 38% 증가하여 췌장의 총 중량과 비슷한 경향으로 증가되었다.

Struthers 등(19)은 췌장 중량(g/체중100g)은 가열한 콩급여군과 생콩급여군을 비교하면 흰쥐는 생콩급여군이 유의하게 증가하였으나, 돼지와 원숭이는 양식이군이 비슷한 중량으로 trypsin inhibitor의 영향을 받지 않으나 흰쥐는 영향을 받는다고 하였다. Won(10)은 당뇨쥐에 생콩을 60일간 급여한 바 췌장의 중량이 대조군(0.7g)에 비하여 3배 이상 비대하였고, 생콩과 삶은 콩혼합(1 : 1)군은 2배 비대하였다고 보고하였다. 이 등(30)은 대조군에 비하여 당뇨쥐에 생메밀급여군의 췌장이 유의하게 증가되었다고 하였다. 본 실험의 결과도 이들의 보고와 일치되었다. 췌장의 비대는 생콩이나 생메밀 중에 함유된 trypsin inhibitor에 영향을 받기 때문이며 또한 췌장의 생리적 변화와 조직학적 변화가 일어난다고 보고(19,33,34)된 바 있다.

공복시 혈당 농도(Table 3)는 대조군 121.0mg/dl에 비하여 당뇨대조군, 당뇨생콩군 및 당뇨생콩군+Mg군은 각각 208%, 77% 및 111% 증가되었다. 그리고 당뇨대조군의 혈당 369.7mg/dl에 비하여 당뇨생콩군 및 당뇨생콩+Mg군은 각각 73% 및 44% 감소되어 생콩이나 생콩에 Mg 첨가로 당뇨쥐의 혈당을 정상으로 회복시키지는 못하였으나 생콩급여군이 어느정도 혈당

Table 2. The weight of body, liver and pancreas of rats fed experimental diets for 28 days

Measure	Normal control	Diabetes		
		Control	Raw soy flour	Raw soy flour+Mg
Initial body wt. g	346.3 ± 20.6 ^a	331.0 ± 19.3 ^a	334.4 ± 21.2 ^a	344.4 ± 22.5 ^a
Final body wt. g	407.4 ± 49.5 ^b	264.3 ± 40.7 ^b	282.5 ± 16.7 ^b	268.5 ± 32.4 ^b
Body wt. changes. g	+58.1 ± 21.2 ^a	-79.3 ± 25.7 ^b	-78.8 ± 24.0 ^b	-67.12 ± 9.4 ^b
Liver wt. g	10.4 ± 1.3 ^a	10.9 ± 1.7 ^a	10.9 ± 0.8 ^a	10.3 ± 1.3 ^a
Liver/body wt. %	2.57 ± 0.22 ^a	4.13 ± 0.33 ^b	3.88 ± 0.34 ^b	3.83 ± 0.31 ^b
Pancreas wt. mg	456.9 ± 43.3 ^a	582.1 ± 86.6 ^b	856.5 ± 99.1 ^c	823.5 ± 98.8 ^c
Pancreas/ body wt. %	117.6 ± 14.4 ^a	224.2 ± 35.9 ^b	304.8 ± 48.1 ^c	310.2 ± 62.1 ^c

¹⁾Mean ± SD(n=6~8)

²⁾Values with different superscripts within the same rows are significantly different at p<0.05

Table 3. Serum and liver total lipid, triglyceride, phospholipid and cholesterol, serum glucose contents of rats fed experimental diets for 28 days

Measure	Normal control	Diabetes		
		Control	Raw soy flour	Raw soy flour+Mg
Serum mg/dl				
Glucose	121.0 ± 13.4 ^a	369.7 ± 71.9 ^c	214.2 ± 43.2 ^b	256.0 ± 50.7 ^b
Total lipid	305.7 ± 75.1 ^a	412.8 ± 73.3 ^b	290.7 ± 65.7 ^a	289.8 ± 85.4 ^a
Triglyceride	98.1 ± 31.6 ^a	144.9 ± 35.2 ^b	94.5 ± 20.9 ^a	96.7 ± 22.0 ^a
Phospholipid	102.8 ± 20.1 ^a	135.0 ± 20.4 ^b	102.9 ± 15.5 ^a	92.9 ± 12.8 ^a
Total cholesterol(A)	69.8 ± 8.4 ^a	90.2 ± 10.9 ^b	62.0 ± 5.0 ^a	66.6 ± 9.3 ^a
HDL-cholesterol(B)	41.5 ± 6.6 ^a	53.2 ± 8.7 ^b	48.3 ± 9.0 ^{ab}	40.9 ± 4.1 ^a
B/A ratio	0.61 ± 0.09 ^a	0.63 ± 0.08 ^a	0.67 ± 0.05 ^a	0.66 ± 0.18 ^a
Liver(mg/g of wet)				
Total lipid	82.61 ± 10.47 ^a	65.54 ± 11.06 ^{bc}	69.95 ± 3.74 ^b	56.12 ± 6.63 ^c
Triglyceride	35.19 ± 7.33 ^a	20.28 ± 2.03 ^c	24.87 ± 2.03 ^b	13.74 ± 2.44 ^d
Phospholipid	39.07 ± 2.68 ^a	36.78 ± 6.71 ^{ab}	36.39 ± 1.15 ^{ab}	34.69 ± 3.57 ^b
Total cholesterol	5.55 ± 0.46 ^a	5.64 ± 0.85 ^a	5.58 ± 0.56 ^a	5.12 ± 0.60 ^a

¹⁾Mean ± SD(n=6~8)

²⁾Values with different superscripts within the same rows are significantly different at p<0.05

강하 효과를 나타내었다. Lundquist와 Ihse(8) 및 Nakamura와 Yoshida(9)는 당뇨쥐에 trypsin inhibitor를 급여한 바 혈당이 감소되었다고 보고하였고, Won(10)은 당뇨쥐에 생콩식을 60일간 급여시 혈당이 감소하였다고 하였다. 이 등(30)은 생메밀(trypsin inhibitor 함유)을 당뇨쥐에 2주간 급여시 혈당이 감소되었다고 보고하였다. 본 실험의 결과도 상기 보고(8,9,30)들과 일치되며 이는 생콩 중에 함유된 trypsin inhibitor가 당뇨쥐의 혈당을 낮추어 주는 효과가 있는 것이라 할 수 있다.

혈청 중 지질 농도는 Table 3과 같다. 혈청의 총 지질, 중성지질 및 인지질 농도는 대조군에 비하여 당뇨대조군이 유의(p<0.05)하게 증가되었으며, 당뇨생콩군 및 당뇨생콩+Mg군은 당뇨대조군에 비하여 유의(p<0.05)하게 감소되었으나, 대조군과는 비슷한 농도를 보였음은 생콩이 당뇨쥐의 혈청 지질 농도를 강하시켜 주는 작용이 있음을 알 수 있다. 이 등(30)은 당뇨쥐에 날메밀을 50% 혼합한 사료로 2주간 사육한 바 중성지질 농도는 당뇨대조군에 비하여 당뇨날메밀군이 유의하게 감소하였으나, 당뇨전메밀군은 다소 감소되었으나 통계적 유의성은 없었다고 보고하였다. 본 실험의 결과는 이 등(30)의 보고와 일치되며 생메밀이나 생콩 중에 함유된 trypsin inhibitor가 당뇨쥐의 중성지질 및 인지질의 농도를 저하시키는 효과가 있는 것으로 생각되고, 이러한 정확한 기전은 앞으로 연구되어야 할 것이다.

총 콜레스테롤 농도는 대조군에 비하여 당뇨대조군이 유의하게 증가(p<0.05)되었다. 당뇨대조군에 비하여 당뇨생콩군 및 당뇨생콩+Mg군이 유의하게 감소

(p<0.05)되었으며, 대조군과는 당뇨생콩군 및 당뇨생콩+Mg군이 비슷한 농도로 생콩이 혈청 중 총 콜레스테롤 농도를 정상수준으로 유지시켜 주는 효과가 있는 것으로 보아 생콩 중에 함유된 trypsin inhibitor나 혹은 항영양소 인자가 당뇨쥐의 혈청 중 중성지방과 인지질 및 총 콜레스테롤 농도를 감소시켜 지질대사를 정상수준으로 유지시켜 주는 효과가 있는 것으로 생각된다.

혈청 중 HDL-콜레스테롤 농도는 대조군과 당뇨생콩군 및 당뇨생콩+Mg군은 비슷한 수준을 보였으나, 당뇨대조군은 다른 군에 비하여 높은 경향을 보였음은 혈청 중 총 콜레스테롤 농도가 증가되어 전체적으로 높은 수준을 보였기 때문이다. 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤의 비는 대조군에 비하여 당뇨생콩군과 당뇨생콩+Mg군이 다소 증가되었으나 유의성있는 차이는 아니었다. 이는 혈청 중 HDL-콜레스테롤 농도와 유사한 경향으로 당뇨쥐에 생콩급여로 정상적인 지질대사를 유지시키는데 효과가 있는 것으로 판단된다.

간의 지질 농도는 Table 3과 같다. 간의 총 지질 함량은 대조군에 비하여 모든 당뇨실험군이 유의하게 감소(p<0.05)되었다. 당뇨대조군에 비하여 당뇨생콩군 및 당뇨생콩+Mg군은 유의성있는 차이를 보이지 않았으나 당뇨생콩군에 비하여 당뇨생콩+Mg군은 유의하게 감소(p<0.05)되었다. 간의 중성지질 함량은 간의 총 지질 함량과 유사한 경향으로 나타났다. Koh 등(35)은 비만한 Zucker쥐에 포도당 및 과당 첨가식으로 9주간 사육한 바 간중 지질 함량은 두식이군 모두 정상군에 비하여 당뇨군이 유의하게 감소하였다는 보고와 본 실험의 결과도 일치되었다. 간의 총 지질 및 중성지질

당뇨쥐에서 감소된 energy원으로 포도당을 이용하지 못하고 간이나 근육의 지방을 동원하여 energy로 이용하기 때문에 간의 총 지질 농도가 정상수준 이하로 감소되는 것이라 할 수 있다. 그리고 당뇨생콩+Mg군이 당뇨생콩군에 비하여 총 지질과 중성지질 농도가 유의하게 감소되었음은 앞으로 연구되어야 할 부분이다.

간의 인지질 농도는 대조군에 비하여 당뇨생콩+Mg군이 유의하게 감소($p < 0.05$)되었으나 그외 각군은 비슷한 경향을 보였으며 당뇨쥐에서는 식이에 따른 차이는 없는 것으로 나타났다. 간의 총 콜레스테롤 농도는 대조군과 당뇨군 모두 비슷한 경향으로 당뇨에 의한 간의 총 콜레스테롤은 영향을 받지 않은 것으로 나타났다.

요 약

20% 생콩가루 및 생콩가루에 마그네슘 첨가 식이로 streptozotocin 유발 당뇨쥐를 4주간 사육하여 체중, 간과 췌장무게, 혈당, 혈중 지질 농도 및 간의 지질 농도에 미치는 영향을 조사하였다. 모든 당뇨군은 당뇨병으로 인한 대사장애로 정상군에 비하여 체중이 감소되었다. 간의 총 무게는 대조군과 모든 당뇨군이 비슷한 무게를 보였으나, 체중에 대한 간 무게의 %비율은 모든 당뇨군이 대조군 보다 유의하게 증가하였다. 췌장의 무게는 대조군 및 당뇨대조군에 비하여 당뇨생콩군 및 당뇨생콩+마그네슘군이 유의하게 증가되었다. 혈당량은 당뇨대조군에 비하여 당뇨생콩군 및 당뇨생콩+마그네슘군이 각각 73% 및 44% 유의하게 감소되었으나, 정상대조군에 비하여는 당뇨생콩군 및 당뇨생콩+마그네슘군이 각각 77 및 111% 증가되어 정상수준으로 혈당을 낮추지는 못하였다. 혈청의 중성지질, 인지질 및 총 콜레스테롤 농도는 당뇨생콩군과 당뇨생콩+마그네슘군이 당뇨대조군에 비하여 유의하게 감소되어 정상대조군과 비슷한 경향으로 혈청의 지질 농도는 정상 수준으로 개선되었다. 간의 총 지질과 중성지질 농도는 대조군에 비하여 각 당뇨군이 유의하게 감소되었으며, 특히 당뇨생콩+마그네슘군이 가장 낮은 농도를 보였다. 인지질 농도는 당뇨생콩+마그네슘군이 유의하게 감소되었다. 그리고 간의 총 콜레스테롤 농도는 각 실험군이 변화를 보이지 않았다. 혈청의 HDL-콜레스테롤 농도는 대조군과 당뇨실험군이 비슷한 수준을 보였다. 이상의 결과로 보아 생콩이 당뇨쥐의 혈당을 낮추어 주는 작용이 있고, 혈청 지질대사의 개선 효과 등 부분적인 개선 효과가 있는 것으로 나타났으나 앞으로 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 1995년도 부산여자대학교 연구비로 이루어졌음. 연구비 지원에 대하여 감사드립니다.

문 헌

- Henry, R. R., Scheaffer, L. and Olefsky, J. M. : Glycemic effects of intensive caloric restriction and isocaloric refeeding in NIDDM. *J. Endocrinol Metab.*, **61**, 917 (1985)
- Gang, G., Bonanome, A., Grundy, S. M., Zhang, Z. J. and Unger, R. H. : Comparison of a high carbohydrate diet with a high monounsaturated fat diet in patients with NIDDM. *N. Engl. J. Med.*, **319**, 829(1988)
- Milne, R. M., Nann, J. I., Chisholm, A. W. and Williams, S. M. : Long-term comparison of three dietary prescriptions in the treatment of NIDDM. *Diabetes Care*, **17**, 74(1994)
- Anderson, J. W. and Akanji, A. D. : Dietary fiber an overview. *Diabetes Care*, **14**, 1126(1991)
- Riccardi, G. and Rivelles, A. A. : Effects of dietary fiber and carbohydrate on glucose and lipoprotein metabolism in diabetic patients. *Diabetes Care*, **14**, 1115(1991)
- Thorne, M. J. and Thompson, L. U. and Jenkins, D. J. A. : Factors affecting starch digestibility and the glycemic response with special reference to legumes. *Am. J. Clin. Nutr.*, **38**, 481(1983)
- Ihse, I. and Lundquist, I. : Oral trypsin inhibitor induced improvement of the exocrine and endocrine pancreatic functions in alloxan diabetic rats. *J. Gastroenterol.*, **11**, 363(1976)
- Lundquist, I. and Ihse, I. : Carbohydrate metabolism in normal and diabetic rats following long term oral trypsin inhibitor administration. *J. Gastroenterol.*, **11**, 369(1976)
- Nakamura, N. and Yoshida, T. : Effect of trypsin inhibitor on blood sugar, insulin and glucagon levels in normal and streptozotocin rats. *J. Kyoto Pref. Univ. Med.*, **89**, 465(1980)
- Won, J. H. : Studies on the effect of soybean on the cure of streptozotocin diabetic rats. *Thesis Ph. D.*, Myngji University Graduate School(1982)
- Collins, J. L. and Beaty, B. F. : Heat inactivation of trypsin inhibitor in fresh green soybean s and physiological responses of rats fed the bean. *J. Food Sci.*, **43**, 542(1980)
- Gertler, A., Birk, Y. and Bondi, A. : A comparative study of the nutritional and physiological significance of pure soybean trypsin inhibitors and of ethanol-extracted soybean meals in chicks and rats. *J. Nutr.*, **91**, 358 (1967)
- Liener, I. E. : Toxicological considerations in the utilization of new protein foods. In "Biochemical aspects of new protein foods" Adler-Nissen, J.(ed.), FEBS, Copenhagen, Denmark, p.129(1977)
- Liener, I. E. : Protease inhibitors and other toxic fac-

- tors in seeds. In "Plant proteins" Norton, G. E. (ed.), Butterworth and Co., London, U.K., p.117(1978)
15. Kakade, M. L., Hoffa, D. E. and Liener, I. E. : Contribution of trypsin inhibitors to the deleterious effects of unheated soybeans fed to rats. *J. Nutr.*, **103**, 772 (1973)
 16. Kakade, M. L., Thompson, R. D., Engelst, W. E., Behrns, G. C. and Yoder, R. D. : Failure of soybean trypsin inhibitor to exert deleterious effects in calves. *J. Dairy Sci.*, **59**, 1484(1975)
 17. Yen, J. T., Hymowitz, T. and Jensen, A. H. : Effects of soybeans of different trypsin inhibitor activities on performance of growing swine. *J. Anim. Sci.*, **38**, 304 (1974)
 18. Bajko, K., Szalaj, W., Gabryelewicz, A., Musiatowicz, B. and Worowski, K. : Effect of potato inhibitor of proteolytic enzymes on activity and morphology of the rat pancreas. *Acta Physiol. Pol.*, **30**, 365(1979)
 19. Struthers, B. J., MacDonald, J. R., Dahlgren, R. R. and Hopkins, D. T. : Effects on the monkey, pig and rat pancreas of soy products with varying levels of trypsin inhibitor and comparison with the administration of cholecystokinin. *J. Nutr.*, **113**, 86(1983)
 20. Murphy, R., Bohr, D. and Newman, D. : Arterial actomyosin : Mg, Ca, and ATP on dependencies for ATPase activity. *Am. J. Physiol.*, **217**, 666(1969)
 21. Skow, J. : The influence of some cations on an adenosine triphosphate from peripheral nerves. *Biochem. Biophys. Acta*, **23**, 394(1957)
 22. Wacker, W. E. C. and Parisi, A. F. : Magnesium metabolism. *New Eng. J. Med.*, **278**, 658(1968)
 23. Gros, F., Hiatt, H., Gilbert, W., Kurland, C. G., Risebrought, R. W. and Watson, J. D. : Unstable ribonucleic acid revealed by pulse labelling of *Escherichia coli*. *Nature*, **190**, 581(1961)
 24. Lehman, I. R. : Deoxyribonucleases of *Escherichia coli* : purification and properties of phosphodiesterase. *J. Biol. Chem.*, **235**, 1497(1968)
 25. Curry, D. L., Joy, R. M., Holley, D. C. and Bennett, E. : Magnesium modulation of glucose induces insulin secretion by the perfused rat pancreases. *Endocrinology*, **101**, 203(1977)
 26. Somlyo, A. V., Woo, C. Y. and Somlyo, A. P. : Effect of magnesium on posterior pituitary hormone action on vascular smooth muscle. *Am. J. Physiol.*, **210**, 705 (1966)
 27. Folch, J., Lees, M. and Stanley, G. S. H. : A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, **226**, 497(1957)
 28. Frings, C. S. and Dunn, R. T. : A colorimetric method for determination of total serum lipid based on the sulfophospho-vanillin reaction. *Am. J. Clin. Path.*, **53**, 89(1970)
 29. 최미자, 한영주 : 식이콩단백질의 양이 당뇨쥐의 혈당, 혈중지질 그리고 호르몬에 미치는 영향. *한국영양학회지*, **27**, 833(1994.)
 30. 이정선, 손홍수, 맹영선, 장유경, 주진순 : 베밀급여가 streptozotocin 유발 당뇨쥐의 장기무게 및 당질과 지질 대사에 미치는 영향. *한국영양학회지*, **27**, 819(1994)
 31. Domingo, J. L., Gomez, M., Lobet, J. M., Gorbella, J. and Keen, C. L. : Oral vanadium administration to streptozotocin-diabetic rats has marked negative side effects which are independent of the form of Vanadium Used. *Toxicology*, **66**, 279(1991)
 32. 손기호, 김석환, 최종원 : 고혈당 쥐의 체장 효소활성에 미치는 nicotinamide의 영향. *한국영양학회지*, **21**, 117(1992)
 33. Ypshiko, Y. and Tsuneo, F. : Hypertrophy and hyperplasia in the endocrine and exocrine pancreas of rats fed soybean trypsin inhibitor or repeatedly injected with pancreozymin. *Arch. Histo. Jap.*, **39**, 67(1976)
 34. Struthers, B. J., Macdonald, J. R., Prescher, E. E. and Hopkins, D. T. : Influence of several plant and animal proteins on rat pancreas. *J. Nutr.*, **113**, 1503(1983)
 35. Koh, E. T., Mueller, J., Osilesi, O., Kenhans, A. and Reiser, S. : Effects of fructose on lipid parameters in obese and lean, diabetic and nondiabetic Zucker rats. *J. Nutr.*, **115**, 1274(1985)

(1996년 8월 22일 접수)