특집 : 콜레스테롤과 현대인의 건강

콩과 콩제품의 콜레스테롤 저하 효과

Hypocholesterolemic Effect of Soybean and Soy Products

송영선, 권태완 (Youngsun Song and Taewan Kwon)
인제대학교 의생명공학대학 식품과학부 및 식품과학연구소

서 론

경제성장과 함께 국민소득의 향상으로 우리나라의 식생활양상 및 이에 따른 질병발생 유형과 사망원인이 크게 변화하고 있다. 즉, 일인당 동물성 식품 소비량이 현저히 늘어났으며(1), 식생활이 서구화되고 외식의 기회가 많아짐에 따라 지방과 가공식품의 섭취가 증가하게 되었다(2). 이러한 변화는 우리나라의 사망원인에 영향을 미쳐 최근 순환기계 질환, 암 등이 주된 사망원인으로 나타나고 있으며, 특히 순환기계질환을 비롯한 만성 퇴행성질환의 비율이 점점 증가되고 있는 추세에 있다(3). 이러한 순환기계질환은 동맥경화, 비정상적인 지질대사 및 혈소판 응집과 밀접한 관련을 가지고 있으며, 그 중 동맥경화는 동맥벽의 내부에 콜레스테롤, 혈소판, 칼슘, 콜라겐, elastin 및 proteoglycans와 같은 성분들이 지방과 함께 plaque를 축적함으로써 발생한다. 동맥경화를 유발하는 1차적인 위험요인으로는 혈중 콜레스테롤 농도의 상승(특히 높은 LDL-콜레스테롤과 낮은 HDL-콜레스테롤), 고혈압(수축기 혈압 140 mmHg, 이완기 혈압 90 mmHg), 흡연 등이 있으며, 비만, 당뇨, 성별, 연령 및 성격 등은 2차적인 위험요인으로 제시되고 있다. 본 논문에서는 동맥경화의 유발과 밀접한 관계가 있는 고콜레스테롤혈증, 고혈압, LDL산화 및 혈전용해능에 미치는 콩 및 청국장의 효과를 중심으로 고찰하고자 한다.

콩과 콩제품의 콜레스테롤 저하효과 및 작용기작

우리나라는 만주와 함께 콩의 원산지로 추정되며, 우리 민족은 다양하고 오랜 콩의 식용전통을 자랑하고 있다. 콩에는 단백질이 40%, 지질이 20%나 들어있는 반면, 전분이 거의 존재하지 않아 쌀을 주식으로 하는 우리 민족의 영양균형을 유지해 주는 중요한 식품이다. 최근에는 심장질환, 암, 당뇨 등의 치료 및 예방에 효과적인 콩의 역할에 대한 연구 결과가 나오면서 콩이야말로 영양성과 질병예방기능을 동시에 가지는 새 천년의 인류 건강을 위한 최적의 식품이라는 주장이 나오고 있다(4).

식물성 단백질(특히 콩단백질)이 동물성 단백질(casein)에 비해 콜레스테롤 저하효과가 현저하다는 것은 동물실험이나 임상실험을 통한 결과로부터 보고되었다(5-7). 콩단백질이 혈중 콜레스테롤을 저하시키는 기작으로는 콩단백질의 섭취가 변으로의 담즙산 배설을 증가시켜 혈장 콜레스테롤 농도를 저하하고 체내 콜레스테롤 pool을 감소시킨다는 것과(8) 혈중 glucagon/insulin 비를 감소시키거나 thyroxine 농도를 증가시켜 혈중 중성지방 및 콜레스테롤 농도를 낮춘다는 주장과(9,10), 특정 아미노산의 비율(Lys:Arg)이 혈장 콜레스테롤 농도를 감소시킨다는 주장 등이 있다(11). 한편 1999년 11월 미국의 Washington D.C.에서 열린 국제 콩 심포지엄에서는 콩단백에 함유되어 있는 isoflavones이 콜레스테롤을 저하시키는 주된 성분이라는 연구 결과가 발표되어 관심을 끌었다(12).

이러한 콩단백의 콜레스테롤 저하효과와 그 기작에 관한 지금까지의 연구들은 비가열 분리 콩단백질(soy protein isolate)을 장기간 섭취한 동물의 절식상태에서의 lipid profile이나 콜레스테롤 대사를 중심으로 연구되어져 왔다. 그러나 규칙적인 식사를 하는 인간은 절식상태보다는 오히려 식후상태로 더 오래 지속되고 있다고 할 수 있으므로 식후상태에서의 혈장 콜레스테롤이 동맥경화 유발에 중요한 요인이 될 수 있다(13). 뿐만 아니라 장관에서의 식이지방의 흡수와 이동은 혈장 지단백에 의해 조절되어지며 소장에서 합성된 지단백은 동맥경화와 관련되어져 있다(14). 본 연구팀에서는 콩단백의 섭취가 식후 콜레스테롤 대사에 작용하는 기작에 대해 알아보기 위하여 7주간의 실험식이를 섭취한 S.D. 흰쥐에 5 g의 해당 식이를 섭취시키고 2시간 후의 식후 혈장, 지단백 조성과 콜레스테롤 합성효소 활성, 소장 소화효소 활성 및 호르몬 농도를 조사하였다. 대조군은 동물성 단백질인 casein을 공급하였다. 혈장 내의 콜레스테롤과 인지질 농도는 콩가루섭취군에서 낮았으며, 단백질과 중성지방의 농도는 두 군간에 차이가 없었다(Table 1). 특히 chylomicron/VLDL-콜레스테롤 농도가 콩가루군에서 유의적으로 낮았다(Table 2). HMG CoA reductase 활성은 실험군간에 차이가 없었으며 T_3와 T_4의 농도는 casein군보다 콩가루 섭취군에서 다소 높았다. 소장에서의 소화효소 활성 중 trypsin과 amylase 활성은 casein군에 비해 콩가루 섭취군에서 유의적으로 낮게

Table 1. Postprandial plasma cholesterol, triglyceride, phospholipid and protein concentrations in rats fed casein diet and dehulled defatted soy flour diet

	Casein	Dehulled defatted soy flour
Total cholesterol (mg/dl)	224.7±77.8[1)]	129.3±42.6***
Triglyceride (mg/dl)	134.4±55.5	116.2±35.4
Phospholipid (mg/dl)	313.9±22.2	197.9±73.2**
Protein (g/dl)	5.3±0.9	5.6±0.9

[1)]Values are mean±S.D. (n=10). **p<0.05, ***p<0.001

Table 2. Postprandial plasma lipoprotein cholesterol concentrations in rats fed casein diet and dehulled defatted soy flour diet

	Casein	Dehulled defatted soy flour
Chylomicron/VLDL(mg/dl)	132.3±12.7[1)]	59.4±3.6**
LDL(mg/dl)	55.4±24.3	38.5±13.5
HDL(mg/dl)	33.4±11.3	27.8±12.0

[1)]Values are mean±S.D. (n=10). **p<0.05

나타났고, lipase 활성은 콩가루군에서 유의적으로 높게 나타났다. 이상의 결과를 통해 볼 때 콩가루식이는 식후상태에서의 콜레스테롤 흡수에 영향을 미쳐 chylomicron-콜레스테롤 농도를 낮추거나 chylomicron remnant의 대사에 영향을 미치는 것으로 보인다. Glucagon이나 T_4 등의 호르몬이나 HMG-CoA reductase 활성 등은 콩가루를 섭취한 흰쥐의 식후 lipid profile에 영향을 미치는 것으로 보이지 않는다.

콩제품 가공시의 부산물로 생산되는 콩껍질의 생리활성과 이용가능성을 알아보기 위하여 흰쥐에 무섬유 식이와 콩껍질 10% 첨가식이를 7주간 급여하고 콜레스테롤 대사에 미치는 영향을 공복상태와 식후상태에서 조사하였다. 콩껍질의 섭취는 혈장 콜레스테롤 농도를 유의적으로 감소시키는 효과를 보였으며, 중성지질의 농도도 다소 감소되었으나 유의적인 차이는 없었다(Table 3). 콩 껍질 식이는 분변의 무게를 증가시키고, 총지방과 담즙산의 배설을 증가시켰으나 콜레스테롤 합성 율속효소인 HMG-CoA reductase의 활성에는 영향을 미치지 않았다. 그러나 콩껍질 식이는 무섬유 식이에 비해 식후 소장의 trypsin 활성과 amylase 활성은 높이고 lipase 활성은 낮추었다. 이상의 결과로 미루어볼 때 콩껍질은 콜레스테롤과 지질의 흡수를 방해하며 분변으로의 지방과 담즙배설을 증가시켜 혈장과 간의 콜레스테롤 농도를 저하시킨 것으로 사료된다. 따라서 70%에 달하는 식이섬유 뿐만 아니라 isoflavone이나 anthocyanin 색소 등을 함유하고 있어 다양한 생리적 효과가 기대되는 콩껍질을 식품으로 이용하는 방안을 마련하여 부산물의 부가가치를 높이고 폐기물을 줄일 수 있도록 애써야 할 것이다.

우리가 즐겨먹는 콩에는 흰콩과 검정콩이 있는데, 흰콩은 된장, 고추장, 간장 등의 콩발효제품에 이용되어 대량 소비되지만, 검정콩은 콩조림이나 밥밑콩으로 소량 소비되고 있다. 특히 검정콩은 약콩이라 하여 민간에 전해 내려오는 약리 효과로 주목받고 있다. 따라서 흰콩과 검정콩의 섭취가 지질대사에 미치는 영향을 비교하기 위하여, 흰콩과 검정콩을 껍질 채 분쇄하여 흰쥐에 7주간 급여하고, 혈액과 간의 지질농도와 분변으로의 지질배설능에 미치는 영향을 조사하였다. 그 결과 혈장 콜레스테롤의 함량은 대조군에 비해 콩섭취군에서 유의적으로 낮게 나타났다. 간에서의 중성 지질의 함량은 대조군에 비해 흰콩군과 검정콩군이 유의적으로 낮게 나타났다. 분변 중의 중성 지방과 총지방 함량은 대조군에 비하여 흰콩군과 검정콩군에서 유의적으로 높게 나타났으며, 특히 대조군의 6배에 해당하는 양의 중성 지방이 분변 중으로 배설되었다. 담즙산의 배설량은 대조군에 비해 흰콩군과 검정콩군에서 5배 정도로 많은 양을 배설하였다. 이상의 결과로 미루어 볼 때 흰콩과 검정콩의 섭취는 중성 지방과 담즙산의 배설을 증가시킴으로써 체내 지질 농도를 낮추며 흰콩과 검정콩의 콜레스테롤 저하 효과는 차이가 있는 것으로 보이지 않는다.

콩에는 여러가지 기능성 물질이 함유되어 있으나 우리가 즐겨먹는 콩발효제품에는 콩이 가진 영양성과 기능성 이외에도 발효미생물에 의해 2차적 대사산물이 생성되므로 보다 다양한 생리활성이 기대되어진다. 따라서 콜레스테롤 저하효과가 확인된 콩으로 만든 콩발효제품의 콜레스테롤 저하효과를 비교하기 위하여 실험실에서 제조된 청국장 base를 동결건조하여 분말화한 후 단백질 급원으로 고혈압 흰쥐에 7주간 섭취시켰으며, 대조군에는 basal 식이와 찐콩식이를 섭취시켰다. 그 결과 혈중 콜레스테롤 함량은 실험군간에 유의적인 변화가 없었으나 중성지방의 농도는 콩 섭취군에서 낮았고, 청국장 섭취군에서 가장 낮게 나타났다(Table 4). 그러나 혈장 지단백 중 LDL-콜레

Table 3. Plasma cholesterol, triglyceride, phospholipid and protein concentrations in rats fed fiber-free diet and 10% soy hull diet

(mg/dl)

	Cholesterol	Triglyceride	Phospholipid	Protein
Fiber-free	164.30±13.53[1)]	96.30±27.47	202.97±64.89	263.97±20.49
Soy hull	136.93±15.18*	74.07±19.08	228.39±78.00	248.20±18.75

[1)]Values are mean±S.D. (n=10). *p<0.05

Table 4. Plasma cholesterol and triglyceride concentrations of SHR fed cooked soybean and *chongkukjang* diets (mg/dl)

	Control	Soybean	*Chongkukjang*
Cholesterol	108.4±27.0[1)]	122.2±28.5	126.6±23.9
Triglyceride	107.0±32.3[b2)]	83.8±18.0[ab]	74.7±17.7[a]

[1)]Values are mean±S.D. (n=10). [2)]Data were analyzed by one-way ANOVA and Fisher's least significant difference test whether mean values were different between groups. Values in rows without common superscripts are significantly different ($p<0.05$).

스테롤 농도는 콩 및 청국장 섭취군에서 유의적으로 낮았고 항동맥경화인자인 HDL-콜레스테롤 농도는 유의적으로 높았으며 동맥경화지수가 청국장 섭취군에서 가장 낮았다(Fig. 1). 간의 총지질과 중성지방농도 또한 콩 및 청국장 섭취군에서 유의적으로 낮았는데 이는 혈장에서의 결과와 일치하는 것이다.

생체내 콜레스테롤은 간세포에서 acetyl-CoA를 전구체로 하여 복잡한 단계를 거쳐 생합성되는데 콜레스테롤 합성량은 초기단계에서 3-hydroxyl methyl glutaryl-CoA (HMG-CoA)가 mevalonate로 전환되는 반응을 촉매하는 효소인 HMG-CoA reductase의 활성에 의해 조절된다. 콩 및 청국장 식이로 7주간 사육한 고혈압 흰쥐의 경우, HMG-CoA reductase의 활성이 각각 46.1, 6.2 μmole/min/mg microsomal protein으로 대조군의 110.4에 비해 유의적으로 활성이 저하하였으며 청국장군에서 가장 낮은 활성을 보였다(Fig. 2).

콩과 콩제품의 LDL 산화억제효과

콩과 콩제품의 LDL 산화억제효과를 비교한 결과 청국

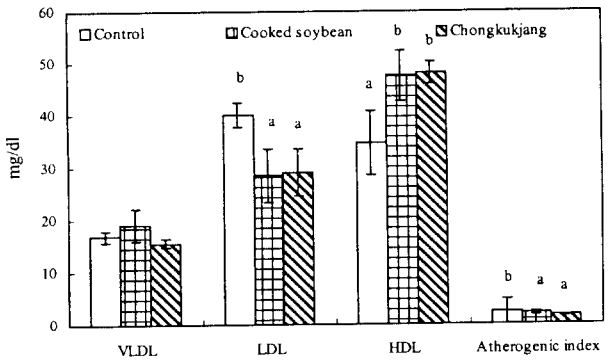

Fig. 1. Plasma lipoproteins cholesterol concentrations and atherogenic index of SHR fed cooked soybean and *chongkukjang* diets.
Atherogenic index = (Total cholesterol−HDL cholesterol) / HDL cholesterol. Values are mean±S.D. and those with different alphabets are significantly different ($p<0.05$).

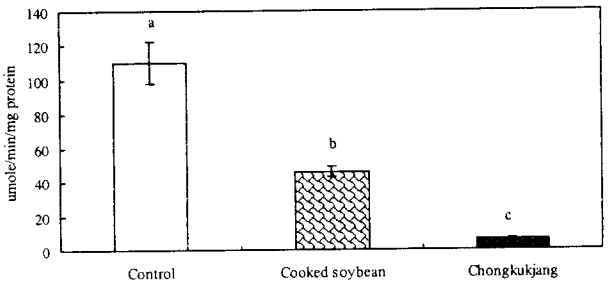

Fig. 2. HMG-CoA reductase activity of SHR fed cooked soybean and *chongkukjang* diets.
Values are mean±S.D. and those with different alphabets are significantly different ($p<0.05$).

장과 된장에서 그 효과가 가장 높게 나타났다(Fig. 3). 청국장에서 LDL 항산화능이 있는 물질의 확인을 위해 청국장 메탄올 추출물을 다시 계통 분획하여 LDL에 대한 항산화능을 비교한 결과 Fig. 4와 같이 에칠아세테이트>물>헥산>부타놀>디클로로메탄 획분의 순으로 높게 나타났다.

청국장 계통 분획물중에서 LDL 항산화능이 가장 우수하게 나타난 에틸아세테이트층에서 항산화물질로 알려진 phenolic acids를 정량한 결과, gentisic acid 5.56 μg/g > vanillic acid 1.54 μg/g > chlorogenic acid 1.26 μg/g > p-coumaric acid 0.73 μg/g > p-hydroxybenzoic acid 0.55 μg/g의 순으로 함유되어 있었다.

콩 및 청국장에 함유되어 있는 isoflavones 및 기존의 항산화제로 알려진 β-carotene, DL-α-tocopherol, BHT의 LDL 항산화능을 비교하여 보았을 때 Fig. 5와 같이 모든 시료에서 항산화 효과가 나타났으며, 합성 항산화제인

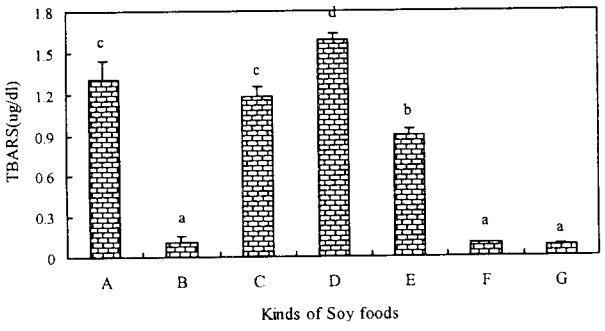

Fig. 3. Effect of methanol extract of fermented soy foods[1)] on the TBARS formation of LDL during incubation for 2 hrs at 37°C.
A : Control, B : Raw soybean, C : Commercial *kanjang*, D : Commercial *kochujang*, E : Commercial *doenjang*, F : Traditional *doenjang*, G : Traditional *chongkukjang*. Commercial *kochujang*, and *doenjang* are products of 'Cheiljedang Bonga' brand and commercial *kanjang*, *natto* are 'Kikoman'. Values are mean±S.D. and those with different alphabets are significantly different ($p<0.05$).

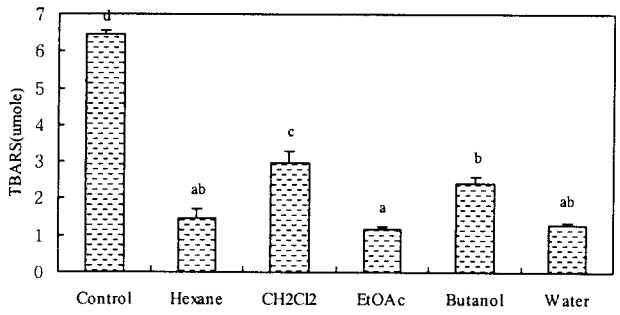

Fig. 4. Effects of *chongkukjang* solvent fractions (40 μg/ml) on LDL oxidation.
Values are mean±S.D. and those with different alphabets are significantly different ($p<0.05$).

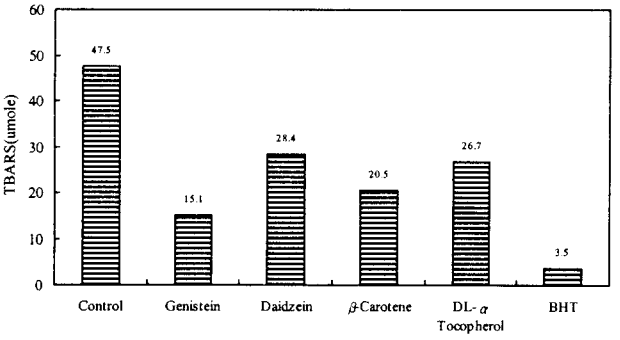

Fig. 5. Effects of isoflavones and antioxidants (40 μg/ml) on LDL oxidation.

BHT 다음으로 genistein의 항산화효과가 컸다. 한편, phenolic acids 표준물질의 LDL 항산화능을 측정하였을 때, Fig. 6과 같이 모든 phenolic acids에서 항산화능이 나타났고, caffeic acid의 항산화능이 가장 우수하였다. 이상의 결과로 LDL 항산화능은 isoflavones보다는 phenolic acids의 단위활성이 높게 나타났으나, 청국장 중의 함량으로 환산한다면 청국장에서 나타났던 LDL 항산화능은 주로 isoflavones에 기인한다고 사료된다.

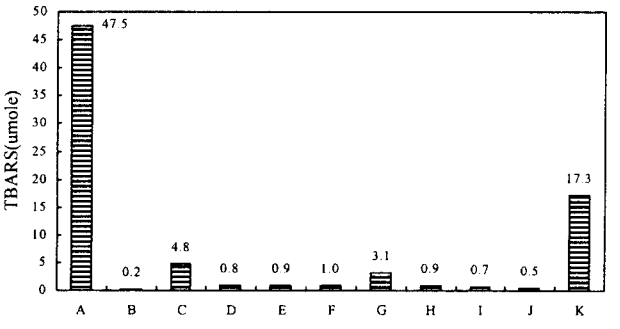

Fig. 6. Effect of phenolic acids (40 μg/ml) on LDL oxidation.
A : control, B : caffeic acid, C : chlorogenic acid, D : trans-cinnamic acid, E : p-coumaric acid, F : ferulic acid, G : gentisic acid, H : p-hydroxybenzoic acid, I : salicylic acid, J : syringic acid, K : vanillic acid

콩 및 청국장의 섭취가 *in vivo*에서의 LDL과 적혈구의 지질과산화에 미치는 영향을 알아보기 위하여 conjugated dienes법으로 측정한 결과 청국장의 섭취는 LDL 및 적혈구에서의 과산화를 효과적으로 억제하였다(Table 5).

콩과 콩제품의 혈압강하효과

콩과 콩제품이 혈압에 미치는 영향을 조사하기 위하여 자발성 고혈압 흰쥐에 찐콩과 청국장을 투여하고 혈압변화에 미치는 영향을 비교한 결과, 대조군의 경우 최종혈압이 초기혈압보다 8% 가량 증가되었으나 청국장 식이군에서는 혈압이 증가하지 않았으며 콩 식이군에서는 감소하는 경향을 보이다가 초기혈압수준으로 회복되었다(Fig. 7) Yu 등(15)은 콩 가수분해물에서 분리한 한외여과 펩타이드(ultrafiltered peptides)의 자발성 고혈압 흰쥐(SHR)에 대한 혈압 강하 효과를 보고하였으며, 이는 혈중 총 콜레스테롤 및 중성지질 등의 지질 개선작용, 흉부동맥의 angiotensin I converting enzyme (ACE) 활성 저해작용을 통

Table 5. Conjugated Diene levels of LDL and red blood cell in SHR. (⊿ Abs. at 234 nm/hour) fed cooked soybean and *chongkukjang* diets

	Control	Soybean	*Chongkukjang*
LDL	0.022±0.007[1)]	0.016±0.002	0.013±0.002
Red blood cell	0.015±0.009[b2)]	0.004±0.002[a]	0.005±0.002[a]

[1)]Values are mean±S.D. (n=10). [2)]Data were analyzed by one-way ANOVA and Fisher's least significant difference test whether mean values were different between groups. Values in rows without common superscripts are significantly different ($p<0.05$).

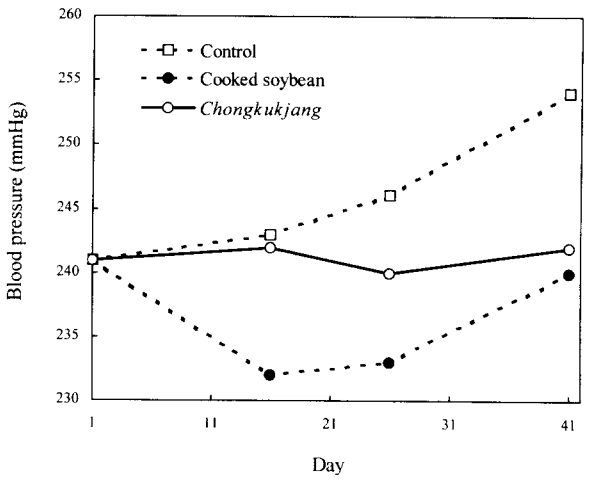

Fig. 7. Blood pressure changes in SHR fed cooked soybean and *chongkukjang* diets.

해 발현되는 것으로 추정하였다. Shin 등(16) 또한 간장과 된장, 그리고 콩 가수분해물에서 유래된 여러 펩타이드들이 ACE의 저해제로 작용하는 혈압강하활성을 확인하였다. 최근에는 콩에 많이 함유되어 있는 isoflavone이 혈압을 낮추는 작용이 있다고 보고되었다(17).

청국장의 혈전용해활성

1980년 일본에서 식용되고 있는 납두(*natto*)에 혈전용해 물질이 들어 있다는 사실이 밝혀지면서, 그 용해작용을 하는 효소가 nattokinase(NK)라고 명명되었다. 납두는 우리나라에서는 청국장이라 불려지고 있다. 일본사람들은 전통적으로 아침상에 잘 내놓는데, 그들은 끈적끈적한 납두에 날계란을 섞어서 밥반찬으로 즐겨 먹는다. 그런데, 우리나라에서는 발효된 찐콩에 소금을 넣고 찧어서 두부나 김치와 함께 끓여서 청국장 찌개로 만들어 먹는다. 정제한 NK를 쥐에 먹였을 때 효소활성이 확인되었으며, 납두 100~200 g을 사람에게 먹였을 때 4~8시간이던 euglobulin lysis time이 절반 수준으로 줄어들었고, euglobulin fibrinolytic activity도 최대치를 나타냄으로써 NK의 활성을 분명히 나타냈다(18).

콩 및 간장, 된장, 고추장, 청국장 등과 같은 발효 콩제품들의 혈전 용해능을 비교하기 위하여, 전통적인 방법으로 만들어진 가내 제조품과 시판 제품에서 혈전용해활성을 fibrin 평판 배양법으로 측정한 결과, 전통 된장과 시판 된장에서도 혈전용해능이 나타났으나 전통 청국장 물추출물의 혈전용해활성이 가장 높은 혈전 용해능을 나타내었다(Fig. 8). 혈전용해능이 원료인 콩에는 나타나지 않다가 된장이나 청국장에서 나타나는 것으로 미루어 볼 때 혈전용해물질은 발효되는 과정에서 형성되는 물질임을 알 수 있다.

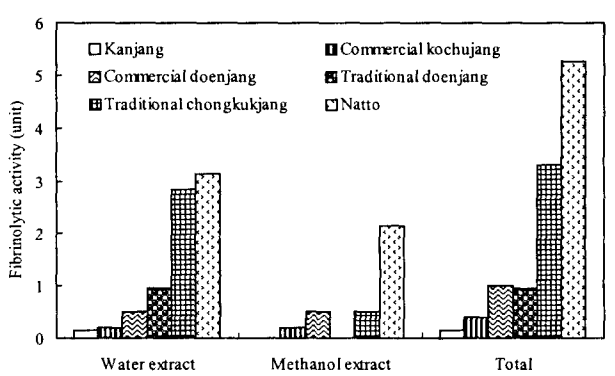

Fig. 8. Fibrinolytic activity of water and methanol extracts of fermented soybean foods.
Unit was expressed as dissolved area by urokinase 1 unit. The volume of sample (0.1 g/ml) used for the experiment was 30 μl. Commercial *kochujang*, and *doenjang* are products of 'Cheiljedang Bonga' brand and commercial *kanjang*, *natto* are 'Kikoman'.

청국장의 단기간 섭취시 식후 혈장에 혈전용해활성이 나타나는가를 알아보기 위하여 고혈압쥐에 청국장 물추출물을 섭취시키고 시간에 따른 혈전용해활성을 살펴보았다. 청국장 투여군의 경우, 14시간이상 절식시킨 자발성 고혈압쥐(SHR)에 청국장 물 추출물을 체중 kg당 18 unit의 혈전용해능에 해당되는 양을 경구투여하였다. 대조군은 동일한 양의 증류수를 투여하였다. 섭취 0, 0.5, 1, 2, 4시간에 희생시켜 혈액과 소장 내용물을 취하고 혈전용해활성과 protease 활성을 측정하였다. 소장내용물의 protease활성은 청국장 투여 30분후 대조군에 비해 유의적으로 높게 나타났고, 1시간 이후부터는 대조군과 크게 다르지 않았다. 청국장을 투여한 고혈압 흰쥐의 혈전용해능은 투여 1시간 후 가장 높은 혈전용해효소활성을 보였다(Fig. 9).

단백질 급원으로 카제인, 콩 및 청국장 식이를 장기간(7주간) 섭취시킨 고혈압 흰쥐의 혈액에서 분리한 혈장의 혈전 용해 활성을 euglobulin lysis level로 측정한 결과 청국장 섭취군에서 높게 나타났으나 유의적인 차이는 없었다. Euglobulin 분획은 혈장을 acetic acid로 등전점에 이르게 하여 침전시킨 것으로 혈장의 activator 대부분과 다소의 plasminogen, 30~40%의 fibrinogen을 함유한다. 이것을 모아 완충용액에 용해시켜 여기에 thrombin을 넣어 clot을 형성시키는데, 이 clot이 용해되는 정도를 측정하였다.

Plasminogen level은 euglobulin 분획과 이 분획물 속의 plasminogen을 활성화시킬 수 있는 urokinase를 혼합한 뒤, fibrin배지에 점적시켜 fibrin 분해활성으로 측정하였다. Table 6에서 보는 바와 같이 대조군의 활성에 비해, 콩 섭취군에서 13%의 증가를 보였고, 청국장 섭취군에서

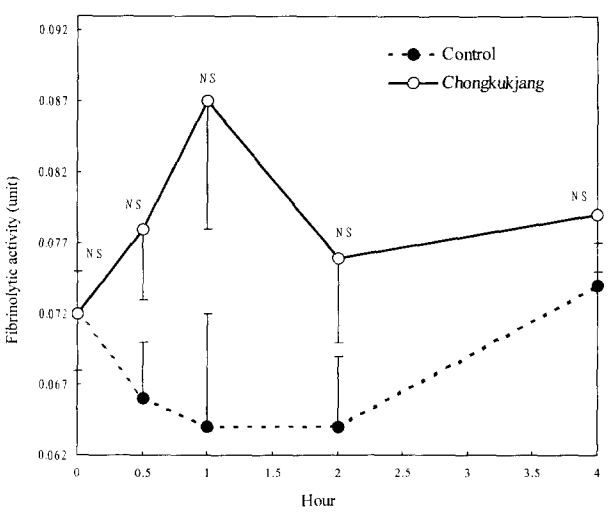

Fig. 9. Postprandial fibrinolytic activity of rats fed water extract of *chongkukjang*.
1 unit of fibrinolytic activity is equal to the amount of dissolved aquous phase by plasmin.

Table 6. Euglobulin lysis, plasminogen level, tissue-type plasminogen activator (tPA) of blood of SHR fed cooked soybean and *chongkukjang* diets

	Control	Soybean	*Chongkukjang*
Euglobulin lysis level (unit)	0.27±0.03[1)a2)]	0.25±0.06[a]	0.30±0.03[a]
Plasminogen level (unit)	6.13±0.86[a]	6.79±0.00[ab]	8.77±2.18[b]
tPA (ng/ml)	33.4±1.45[a]	33.4±0.78[a]	21.4±1.38[b]

[1)]Values are mean±S.D. (n=10). [2)]Data were analyzed by one-way ANOVA and Fisher's least significant difference test whether mean values were different between groups. Values in rows without common superscripts are significantly different ($p<0.05$).

40%의 활성이 증가하였다. 이상의 결과는 콩 및 발효 콩제품인 청국장의 장기간 섭취가 혈장 plasminogen의 농도를 증가시켜 혈전 용해효과를 증가시키는데, 콩보다도 청국장 섭취 시 그 효과가 큰 것을 확인할 수 있었다. 그러나 청국장 섭취군에서 tPA활성은 감소되어(Table 6) 청국장의 장기간 섭취 시 증가된 plasminogen 농도와는 상반된 결과를 보였다.

맺는 말

우리나라 주요 사망원인 중의 하나가 되고 있는 심혈관 질환의 주된 위험인자에는 고혈압, 흡연, 고콜레스테롤혈증 등이 있다. 고콜레스테롤혈증을 개선시키거나 콜레스테롤 저하효과가 있는 식이인자로는 단백질, 불포화지방산, 식이섬유, flavonoid 등이 보고되고 있다. 식물성단백과 식이섬유 그리고 phytochemicals이 풍부한 콩의 콜레스테롤 저하효과는 동물실험과 임상시험을 통해 증명되었으며 그 기작으로는 지질 흡수의 저하, 체내 콜레스테롤이 체외로 배설되는 유일한 경로인 담즙산의 소장흡수를 억제, 콜레스테롤의 합성 저하 등을 들 수 있다. 이외에도 여러 가설들이 제시되고 있으며, 이러한 가설들이 서로 상호 배제적인 것은 아니며, 단독으로 혹은 복합적으로 작용하는 것으로 보인다. 이외에도 콩에는 LDL 산화를 억제하는 phytochemicals이 존재하는 것으로 나타났으며, 발효제품인 청국장 등에서는 혈전을 용해하는 효소의 생성이 확인되었다. 청국장의 섭취는 생체내에서의 LDL 산화를 억제하고 혈전용해활성을 증가시키는 것으로 확인되었다. 앞으로 콩이나 콩가공식품이 가지고 있는 다양한 생리활성을 얻기 위한 섭취수준이 설정되거나 제시되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 보건사회부, '96 국민영양조사 결과 보고서(1998)
2. 권태완, 강수기 : 식품공업의 발달과 우리의 식생활. 한국식문화학회 추계학술대회(1993)
3. 사망원인 통계연보, 대한통계협회(1998)
4. Holt, S. : *Soya for Health.* Mary Ann Liebert, Inc., Laechmont(1996)
5. Kritchevsky, D. : Dietary protein, cholesterol and atherosclerosis: A review of the early history. *J. Nutr.*, **125**, 589S-593S(1995)
6. Terpstra, A.H.M., Tintelen, G. and West, C.E. : The hyphocholesterolemic effects of dietary soy protein in rats. *J. Nutr.*, **112**, 810-817(1982)
7. Tanaka, K., Aso, B. and Sugano, M. : Biliary steroid excretion in rats fed soybean protein and casein or their amino acid mixtures. *J. Nutr.*, **114**, 26-32(1984)
8. Potter, S.M. : Overview of proposed mechanisms for the hypocholesterolemic effect of soy. *J. Nutr.*, **125**, 606S-611S (1995)
9. Forsythe, W.A. : Soy protein, thyroid regulation and cholesterol metabolism. *J. Nutr.*, **125**, 619S-623S(1995)
10. Milner, J.A. and Hassan, A.S. : Species specificity of arginine deficiency-induced hepatic steatosis. *J. Nutr.*, **111**, 1067-1073(1981)
11. 박정로, 최성희 : 함유황아미노산이 지질대사에 미치는 영향. 한국영양식량학회지, **24**, 978-983(1995)
12. Clarkson, T.B. : Research identifying the hypocholesterolemic components of soy. 3rd international symposium on the role of soy in preventing and treating chronic disease. p.24, Oct.31-Nov.3, Washington D.C., USA(1999)
13. Zilversmit, D.B. : Atherogenesis : a postprandial phenomenon. *Circulation*, **60**, 473-485(1979)
14. Bisgair, C.L. and Hickman, R.M. : Intestinal synthesis, secretion, and transport of lipoproteins. *Annu. Rev. Physiol.*, **45**, 625-636(1983)
15. Yu, R.N., Park, S.A., Chung, D.K., Nam, H.S. and Shin, Z.I. : Effect of soybean hydrolysate on hypertention in spontaneously hypertensive rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **25**, 1031-1036(1996)
16. Shin, J.K., Ahn, C.W., Nam, H.S., Lee, H.J., Lee, H.J. and Moon, T.H. : Fractionation of angiotensin converting enzyme (ACE) inhibitory peptides from soybean paste. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **27**, 230-234(1995)
17. Sumi, H., Tsushima, H., Mihara, H. and Muraki, H. : A novel fibrinolytic enzyme (nattokinase) in the vegetable cheese *Natto*; a typical and popular soybean food in the Japanese diet. *Experientia*, **43**, 100-111(1987)
18. Teede, H.J., Dalais, F.S., Kotsopoulos, D., Liang, Y.L., Davis, S.R. and McGrath, B.P. : Soy protein supplementation improved lipid profiles and blood pressure: A double-blind, randomized placebo-controlled study in men and postmenopausal women. 3rd international symposium on the role of soy in preventing and treating chronic disease. p.25, Oct.31-Nov.3, Washington D.C., USA(1999)