

녹차 된장이 고지방식이를 급여한 흰쥐의 체중 및 혈청 지질성분에 미치는 영향

박진희 · 하에화 · 조정순*
명지대학교 식품영양학과

Effects of Green Tea-Soybean Paste on Weights and Serum Lipid Profiles in Rats Fed High Fat Diet

Jin-Hee Park, Ae-wha Ha, and Jung-Soon Cho*
Department of Foods and Nutrition, Myong Ji University,

Effects of green tea-soybean paste on weight-changes and serum lipid profiles in rats fed high fat diet were investigated. Sprague-Dawley male rats divided into five groups were fed five different diets for 10 weeks: B group, basal diet H group, high fat-diet containing 0.5% cholesterol+15% lard H-S group, high fat diet containing soybean paste H-0.6GS group, high fat diet containing 0.6% green tea-soybean paste H-4GS group, high fat diet containing 4% green tea-soybean paste. H group showed highest weight gain ($p < 0.05$). Addition of green-tea soybean paste to high-fat diet significantly decreased weight gain, H-4GS group showing highest weight loss ($p < 0.05$). No significant differences in food efficiency ratio and total food intake were found among groups. Liver weight of H group was highest. Addition of green tea-soybean paste to high fat diet significantly reduced liver weight ($p < 0.05$, Table 2). Concentrations of glucose, uric acid, bilirubin, and total protein were similar among all groups. Mean GPT values of H-4GS group were significantly different from those of H- and H-S groups ($p < 0.05$). H-S, H-0.6GS, and H-4GS groups had significantly lower triglyceride and total cholesterol, and higher HDL than H-group ($p < 0.05$). H-4GS group had significantly lower serum triglyceride than H-0.6GS group ($p < 0.05$).

Key words: green tea-soybean paste, serum lipid profiles, weight-changes, high fat diet

서 론

식생활의 서구화 및 심혈관질환, 암, 당뇨병으로 인한 사망률의 증가가 심각한 사회 문제로 대두되고 있다(1). 이러한 질병의 위험요인으로는 식습관, 흡연, 과체중, 환경오염과 스트레스 등이 있으며 특히 동물성 지방의 과다한 섭취로 인한 혈액 내의 고 콜레스테롤과 고 중성지방이 만성 성인병의 발병에 중요한 인자로 여겨지고 있다(2). 따라서 혈액내의 이들의 지질 수준을 저하시키기 위한 치료 및 예방책의 일환으로 식생활에 대한 관심이 모아지고 있다. 식품에 대한 관심 역시 영양적인 측면이나 기호성을 고려한 1차적, 2차적 기능보다 질병의 치료 및 예방에 관계되는 3차적인 기능인 측면에 더 관심이 높다.

콩은 조직이 단단해서 보통의 조리법으로는 소화율이 낮으므로 동양 에서는 주로 간장, 된장, 두부 등의 여러 가지 전통적인 가공 식품으로 만들어서 이용하였다. 우리나라에서 장류

는 일상생활에 없어서는 안 되는 중요한 조미료이며 또한 단백질 공급원으로서 중요한 의미를 가지고 있다(3). 최근 대두의 생리활성에 대한 인식과 관심이 높아지고, 대두발효식품인 된장의 항암효과(4,5), 항산화효과(6,7), 항콜레스테롤 효과(8,9), 혈압조절 효과(10) 등도 입증되었다. 콩은 또한 저 지방 식품이며, 또한 섬유질이 풍부하여 비만예방에도 좋은 식품으로(9)로 알려져 있다.

전통적인 된장은 콩을 주재료로 제조된 것을 말하는데, 보리나 쌀로 만든 된장은 막장이라 하여 전통된장과는 구별시켰다. 근래에는 전통된장을 고수하면서 가치를 높이기 위해 다른 재료를 첨가하고 된장의 기능을 한층 더 높이려는 연구가 점차 많아지고 있다. 된장에 미역을 첨가시켜 제조한 미역첨가 된장은 일반된장보다 맛, 색, 향이 우수한 결과를 얻었으며(11), 버섯 균사체를 이용한 기능성 된장으로 동충하초, 상황버섯, 영지버섯 된장을 제조하였다(12). 이밖에도 죽염된장, 마늘된장, 멸치된장, 솔잎된장, 달래된장, 쪽된장, 초피나무 잎을 넣은 초피된장, 해바라기씨된장, 그리고 한방 생약재를 첨가하여 만든 된장이 제조되어 판매되고 있다(3).

녹차는 고문헌상에서 기호성 음료보다 오히려 약초로서의 약리학적 효능이 다양하게 기록되어져 있는데, 머리를 맑게 해주

*Corresponding author: Jung-Soon Cho, Department of Foods and Nutrition, Myong Ji University, YongIn 447-728, Korea
Tel: 82-31-330-6201
Fax: 82-31-330-6201
E-mail: Chojs@mju.ac.kr

고, 간을 보호하고, 열을 내리며, 갈증 등을 해소하는 약효가 있다고 기술하고 있다(13). 녹차는 또한 아미노산인 theanine 등과 polyphenol류가 다량 함유되어 혈중 콜레스테롤 저하, 고혈압 및 동맥경화 억제, 과산화지질의 생성 억제로 노화예방, 비만 방지, 모세혈관의 저항력을 증진시키며(14-16), 녹차의 catechin 류는 항균작용, 항암작용, 중금속제거작용 등의 효과가 보고되었다(17-19).

된장과 녹차의 이러한 생리적 기능 때문에 고지방 섭취와 만성 성인병의 증가로 위협받고 있는 현대인의 건강에 중요한 식품으로 인정받아왔다. 녹차된장은 일반 된장에 비해 된장특유의 냄새가 적고, 녹차가 함유하고 있는 특수 아미노산성분이 있어 녹차된장으로 된장을 끓이면 특별히 조미료를 첨가하지 않아도 맛이 담백한 것이 특징이다. 그러나 아직 기능성 식품으로서의 녹차된장에 대한 연구는 부족한 실정이다. 녹차와 된장의 항콜레스테롤 효과나 비만방지효과를 고려한다면 녹차된장은 일반된장보다 그런 면에서 더욱 생리적 활성이 높을 것으로 사려 된다. 따라서 본 연구는 동물실험을 통해 고지방식을 유도하고, 고지방식사시에 녹차된장이 체중과 혈액 성분 에 미치는 영향에 대해 조사하고자 하였고 된장에 함유되는 녹차의 역할을 좀 더 분명히 규명하고자 녹차의 함량을 달리하여 만든 2종류의 녹차된장을 본 실험에 사용하였다.

재료 및 방법

동물실험 및 식이조제

실험동물은 체중이 95.34 ± 2.56 g 되는 수컷 흰쥐(Sprague-Dawley rat, male; 대한실험동물센터) 45마리를 들여와 실험시

작 전 2주일간 고형배합사료(제일제당: 조단백질 20.0% 이상, 조지방 3.0% 이상, 조섬유 10.0% 이하, 조회분 10.0% 이하, 칼슘 0.6% 이상, 인 0.4% 이상)로 적응시켰으며 고지방식이 이외에 체중이나 건강 등에 영향을 줄 수 있는 다른 인자들을 통제하고자 하였다.

2주의 적응기간 후 체중이 181.88 ± 4.52 g인 쥐들을 체중에 따라 난괴법(randomized complete block design)에 의해 9마리씩 5군으로 구분하였다. 각 군의 체중은 ± 3 g 이내의 범위로 조정 하였으며 3마리씩 사육 상자에 넣고 실험식이(Table 1)로 10주간 사육하였다. 정해진 시간에 점등 및 소등을 하였고 식이와 물은 제한 없이 먹도록 하였다.

실험의 주재료인 된장은 다향촌(茶香村) 장류연구소(경기도 파주시)에서 직접재배 한 콩으로 제조한 된장을 사용하였다. 일반된장은 콩을 수침하는 과정에서 순수한 물을 사용하나 녹차된장은 녹차 추출물을 이용하여 제조하는 것이 특징이다. 녹차된장은 녹차잎(고산차, 천일다장, 중국 대북시)을 끓는물에 넣고 끓인 다음, 상온에서 식힌 후에 그 추출물에 콩을 4-5시간 담그어 놓는다. 콩을 건져낸 후 건져 낸 차잎을 다시 끓는 물에 재 추출하여 여과 하였다. 가마솥에 차잎에 물든 콩과 두 번의 녹차 추출물(최종농도 3%)을 혼합하여 약 1시간정도 장작불로 불을 때고 나서 2시간 정도 뜸을 들인 후 일반된장과 같은 방법으로 메주를 만든다. 만들어진 메주에 소금, 물을 첨가하여 발효, 여과 한 후 숙성시켜 완성된 된장을 녹차된장이라 한다. 녹차가루된장은 일반 된장에 녹차가루를 혼합하여 만든 된장(최종농도 20%)을 의미한다. 녹차가루는 녹차된장에 사용된 것과 같은 종류의 녹차를 분쇄기를 이용하여 마쇄한 후 20 mesh 표준망체를 통과시켜 녹차가루로 만들어 콩에 첨가하

Table 1. Composition of the experimental diet

(%)

Ingredients	B	H	H-S	H-0.6GS	H-4GS
Corn starch	62.0	46.5	36.5	36.5	36.5
Casein	20.0	20.0	10.0	10.0	10.0
Mineral mixture ¹⁾	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Vitamin mixture ²⁾	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
α -Cellulose	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Methionine	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Choline chloride	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Corn oil	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Cholesterol	-	0.5	0.5	0.5	0.5
Lard	-	15.0	15.0	15.0	15.0
Soybean paste	-	-	20.0	-	-
Green tea extracted (3%) Soybean paste	-	-	-	20.0	-
Green tea powder (20%) Soybean paste	-	-	-	-	20.0
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

¹⁾Mineral mixture (g/kg mineral mixture) according to AIN-76A: Calciumphosphatedibasic (500), Sodiumchloride (74), Potassium-citratemonohydrate (220), Potassiumsulfate (52), Magnesiumoxide (24), Manganouscarbonate (3.5), Ferriccitric (6), inccarbonate (1.6), Cupriccarbonate (0.3), Potassiumiodate (0.01), Sodiumselenite (0.01), Chromium potassium sulfate (0.55), Sucrose.

²⁾Vitamin mixture (mg/kg vitamin mixture) according to AIN-76A: Thiamin HCl (600), Riboflavin (600), Pyridoxine HCl (700), Nicotinic acid (3000), D-Calcium pantothenate (1600), Folic acid (200), D-Biotin(20),Cyanocobalamin (1), Retinyl palmitate (Vitamin A, 4000001.U) DL- α -Tocopherol acetate (Vitamin E,50001.U), Cholecalciferol (Vitamin D, 2.51.U), Menaquinone (Vitamin K, 5), Sucrose.

B (n=9): basal diet

H (n=9): basal diet + 0.5% cholesterol + 15% lard

H-S (n=9): basal diet + 0.5% cholesterol + 15% lard + 20% soybean paste

H-0.6GS (n=9): basal diet + 0.5% cholesterol + 15% lard + 20% green tea-soybean paste (fermented with 3% green tea)

H-4GS(n=9): basal diet + 0.5% cholesterol + 15% lard + 20% green tea powder - soybean paste (added 20% green tea powder)

여 위의 녹차된장과 동일한 방법으로 제조하였다. 본 연구의 시료를 제공한 회사에서 시판하고 있는 녹차된장(녹차추출물(3%)과 녹차의 역할을 좀 더 명확히 보고자 여러 예비실험을 통해 제조된 녹차된장(녹차가루 20%) 두 종류를 고 지방 식이에 첨가하여 사용하였다. 일반된장, 녹차된장 및 녹차가루된장은 동결건조 한 후 분쇄기(KENWOOD BL350T PK090/AD)를 이용하여 마쇄하여 된장 분말 시료로 기본식이에 첨가하여 사용하였다.

기본식은 AIN(American Institute of Nutrition)-76 실험동물용 식이 조성(20)에 따라 제조하였다. 모든 실험식이의 단백질의 함량은 20%였으며, 된장실험식이군에서는 된장의 단백질의 함량을 고려하여 총단백질 함량을 20%가 되게 하였다. 녹차된장군의 녹차의 농도는 실험군에 사용된 된장이 총식이량의 20%인 것을 감안하면 3%와 20%의 녹차 추출물로 만든 녹차된장의 최종 농도는 0.6%와 4%가 된다. 0.6% 녹차된장은 일반적으로 시판되는 녹차된장의 녹차함량이며, 녹차된장의 효과를 보기위해 4% 녹차된장을 실험에 이용하였다. 식이의 형태는 5 종류이다: 기본식이(basal diet)를 급여한 B군과 0.5% 콜레스테롤과 15% lard(롯데삼강)를 첨가한 고지방식이를 급여한 H군, 고지방식이와 일반된장을 첨가한 식이를 급여한 H-S군, 고지방식이에 녹차된장(0.6%)을 첨가한 식이를 급여한 H-0.6GS군, 녹차가루된장(4%)을 첨가한 식이를 급여한 H-4GS군으로 나누어 사육하였다. 실험 식이는 산화를 방지하기 위해 1주일마다 교체하였고 교체 후에는 냉장 보관하였다.

식이 섭취량, 체중변화 및 식이 효율량 측정

실험 기간 동안의 식이 섭취량은 매일 같은 시간대에 측정하였다. 체중은 매주 1회 일정한 시간에 측정하였다. 식이 효율(food efficiency ratio, FER)은 일주일간의 체중증가량을 같은 기간동안의 식이 섭취량으로 나누어 계산하였다. 체중증가율은 최종 체중에서 실험 시작한 초기 체중의 차를 구해 실험식이 날짜로 나누어 체중증가율로 하였다.

채혈 및 장기의 채취

10주간 사육이 끝난 다음 흰쥐를 12시간 절식시킨 후 마취시켜 복부 하대정맥으로부터 혈액을 채취한 후, 4°C 3000 rpm에서 20분간 원심 분리하여 혈청을 분리하였다. 장기는 개복 즉시 간, 고환, 비장, 신장을 적출 하여 생리식염수로 세척한 후 여과지로 수분을 제거하고 무게를 측정하였다. 혈청과 각각의 장기는 분석이 끝날 때까지 -30°C에서 냉동 보관하였다.

혈청의 성분분석

혈청의 glucose, uric acid, total cholesterol(TC), triglyceride(TG), blood urea nitrogen(BUN), total bilirubin, total protein, albumin, glutamic oxaloacetic transaminase(GOT), glutamic pyruvic transaminase(GPT), lactate dehydrogenase(LDH)은 자동 혈청분석기(SPOTCHEM: Model SP-4410, ARKRAY, Japan)에서 효소시약이 처리된 Stripe를 사용하여 분석하였다. 단, HDL-cholesterol은 혈청 100 μ L를 넣은 serum cuvette에 100 μ L의 HDL separation reagent를 넣고 거품이 생기지 않게 잘 흔든 후 5분간 정치시킨 다음 원심 분리하여 측정하였다.

통계처리

본 실험의 결과는 Window용 SPSS(Statistics Package for the Social Science)를 이용하였으며(21), 실험군당 평균과 표준오차를 계산하였고, 각 식이군 간의 유의성은 one-way ANOVA(analysis of variance)로 분석한 후 $p=0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test(22)에 의하여 각 실험군 평균치간의 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

체중변화와 식이 섭취량

10주간 실험 사육한 흰쥐의 식이 섭취량, 체중 변화와 식이 효율은 Table 2와 같다. 체중변화를 보면 실험 전 기간 동안 모든 군에서 증가하였다. 식이별로 분석해 보면 고지방군인 H군(221.33 \pm 0.34 g)의 체중증가가 기본식이군인 B군(179.45 \pm 2.83 g) 보다 유의적으로 높았다. 한편 녹차된장을 섭취한 쥐들의 체중증가율이 일반된장군이나 고지방식이군에서 보다 낮게 나타났다(H-0.6GS군(175.46 \pm 1.90 g)과H-4GS군(167.91 \pm 3.78 g) vs, H군(221.33 \pm 0.34 g) H-S군(201.10 \pm 8.34 g)($p<0.05$). 총 식이섭취량은 고지방군인 H군(1030.50 g)이 가장 낮았으며 기본식이군인 B군(1196.88 g), 일반된장군인 H-S군(1088.70 g), 녹차된장군순으로 낮았으나 유의성은 없었고, 식이 효율(FER) 또한 각 군 간에 유의적인 차이가 없었다.

Kim등(23)의 연구에서는 흰쥐에게 녹차를 음용하여 실험한 결과 체중증가량이 줄어든다는 연구결과를 발표하였는데 본 실험에서도 녹차의 음용이 아닌 녹차된장의 섭취가 체중증가에 영향을 주었으며 특히 된장에서 녹차의 첨가비율이 높을 때 체중증가율이 더 낮아지는 경향을 보여주었다. 본 연구의 결과만으로는 왜 같은 고지방식사를 하였음에도 다른 군과는 달리 녹차된장군의 체중증가가 적게 나타나는지를 명확히 설명하기는 어렵다. 그러나 식이 섭취량이 각 군 간에 유의적인 차이가 없

Table 2. The effect of experimental diets on weights, food intake, and food efficiency ratio in rats

(g)

Group ¹⁾	Body weight (g)			Total food intake (g)	FER ²⁾
	Initial	Final	Weight changes		
B	181.96 \pm 3.34 ^{3)a}	361.41 \pm 6.17 ^{4)b}	179.45 \pm 2.83 ^b	1196.88 \pm 110.10 ^a	0.15 \pm 0.05 ^a
H	180.27 \pm 5.88 ^a	401.60 \pm 6.22 ^a	221.33 \pm 0.34 ^a	1030.50 \pm 100.26 ^a	0.21 \pm 0.02 ^a
H-S	180.46 \pm 5.44 ^a	381.56 \pm 13.76 ^b	201.10 \pm 8.34 ^a	1088.70 \pm 90.81 ^a	0.18 \pm 0.04 ^a
H-0.6GS	182.74 \pm 3.78 ^a	358.01 \pm 5.68 ^b	175.46 \pm 1.90 ^b	1058.54 \pm 153.26 ^a	0.17 \pm 0.04 ^a
H-4GS	183.75 \pm 4.10 ^a	351.66 \pm 7.88 ^b	167.91 \pm 3.78 ^b	1033.50 \pm 128.36 ^a	0.16 \pm 0.03 ^a

¹⁾Refer to Table 1.

²⁾Food efficiency ratio (body weight/ food intake).

³⁾All values are mean \pm SD.

⁴⁾Values with different alphabet within the column were significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

Table 3. Effect of experimental diets on the organ-weight in rats

(g)

Group ¹⁾	Liver	Testis	Spleen	Kidney
B	11.99 ± 2.03 ^{2)b}	1.919 ± 0.08 ^a	0.70 ± 0.04 ^a	1.24 ± 0.25 ^a
H	19.22 ± 3.52 ^{3)a}	1.59 ± 0.16 ^b	0.63 ± 0.08 ^a	0.92 ± 0.13 ^b
H-S	11.99 ± 2.40 ^b	1.82 ± 0.16 ^a	0.63 ± 0.09 ^a	1.17 ± 0.12 ^a
H-0.6GS	10.57 ± 0.78 ^b	1.83 ± 0.12 ^a	0.61 ± 0.12 ^a	1.15 ± 0.10 ^a
H-4GS	10.27 ± 1.18 ^b	1.84 ± 0.20 ^a	0.61 ± 0.10 ^a	1.15 ± 0.11 ^a

¹⁾Refer to Table 1.

²⁾All values are mean ± SD.

³⁾Values with different alphabet within the column were significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

Table 4. The hemodynamic characteristics in rats fed experimental diets for 10 weeks

Group*	Glucose (mg/dL)	GPT (I.U./L)	GOT (I.U./L)	Total protein (g/dL)	Uric acid (mg/dL)	Total Bilirubin (g/dL)	LDH (mg/dL)	Albumin (mg/dL)	BUN (mg/dL)
B	143.67 ± 10.34 ²⁾	12.17 ± 2.19 ^{3)a}	69.33 ± 13.11 ^b	6.11 ± 0.35 ^a	1.78 ± 0.5 ^a	0.38 ± 0.04 ^a	1365 ± 179 ^b	3.73 ± 0.24 ^a	9.33 ± 1.25 ^c
H	137.00 ± 4.72 ^a	28.57 ± 5.59 ^a	115.71 ± 25.00 ^a	6.08 ± 0.36 ^a	1.91 ± 0.18 ^a	0.39 ± 0.07 ^a	3214 ± 178 ^a	3.44 ± 0.23 ^a	22.42 ± 2.71 ^a
H-S	139.29 ± 9.69 ^a	27.29 ± 11.93 ^a	61.7 ± 4.50 ^b	6.79 ± 0.35 ^a	1.73 ± 0.62 ^a	0.37 ± 0.05 ^a	1517 ± 170 ^b	3.88 ± 0.23 ^a	13.71 ± 1.89 ^b
H-0.6GS	140.57 ± 9.46 ^a	24.86 ± 7.17 ^a	52.86 ± 8.21 ^c	6.49 ± 0.23 ^a	1.70 ± 0.42 ^a	0.36 ± 0.11 ^a	1263 ± 158 ^b	3.92 ± 0.18 ^a	12.29 ± 2.75 ^b
H-4GS	142.14 ± 5.51 ^a	18.29 ± 6.95 ^b	52.29 ± 2.36 ^c	6.24 ± 0.21 ^a	1.64 ± 0.44 ^a	0.36 ± 0.05 ^a	1234 ± 105 ^b	3.94 ± 0.12 ^a	10.57 ± 1.51 ^c

¹⁾Refer to Table 1.

²⁾All values are mean ± SD.

³⁾Values with different alphabet within the column were significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

다는 점으로 보아 식이 섭취량보다는 다른 요인들이 관련 있는 것으로 보인다. 콩은 섬유소가 많아 위에 오래 머무르면서 포만감을 주며, 콩의 사포닌 성분이 지방의 합성을 억제시켜 비만을 예방하는 것으로 알려져 있다. 녹차는 녹차에 함유되어 있는 폴리페놀, 카테킨, 카페인등의 성분이 지방대사를 억제하여 체내지방 축적을 억제시킨다는 보고가 있다. 따라서 녹차 추출물로 발효된 녹차된장이 일반된장보다 비만억제 성분들이 더 많아 체중조절에 더 효과가 있을 수 있다는 점도 배제할 수 없겠다. 비록 유의성은 없었지만 된장에 녹차의 함량이 많을수록 체중증가가 적게 나타난 것은 녹차된장에 있어 녹차의 함량 또한 체중조절과 상관성이 있을 것으로 생각된다. 각 군 간의 실험동물의 수가 제한적 이어서 본 연구결과만을 가지고 단정적인 결론을 내리기는 어려우나 본 연구에서는 녹차된장과 체중조절과 상관성을 제시하고 있으므로 이에 대한 많은 연구가 필요하다.

장기의 무게

10주간 사육한 흰쥐의 간, 고환, 비장, 신장의 무게는 Table 3과 같다. 간의 무게는 고지방군인 H군(19.22 ± 3.53 g)에서 가장 높았고($p < 0.05$), 이러한 수치는 녹차된장군들과(H-0.6GS군(10.57 ± 0.79 g), H-4GS군(10.27 ± 1.18 g) 일반된장군(11.20 ± 1.18 g)의 수치보다 유의적으로 높았다($p < 0.05$). 이러한 결과는 고지방섭취로 인해 간의 무게가 지질 축적으로 인해 증가하며(27-30), 녹차된장에 있는 녹차 성분이 간의 무게 감소에 기인하여 녹차된장섭취군이 고지방군보다 감소된 간의 무게를 나타낸 것으로 사료된다(29). 장기추출 직후 고지방군(H군)의 간을 관찰한 결과 지방간의 형태를 볼 수 있었으며 녹차된장군의 간은 기본식이군인 B군이 같은 건강한 간의 형태를 나타내었다. 따라서 본 연구는 녹차의 첨가가 고지방식으로 인해 간에 축적된 지방을 체외로 배출시키는 경향이 있다는 연구(29)와 일치한다 하겠다. 한편 비장의 무게는 각 군 간의 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 고환과 신장의 무게는 고지방군인 H군이 녹차된

장군(H-GS군)이나 일반된장군(H-S군)보다 적은 것으로 나타났($p < 0.05$). 이러한 결과는 Hong등(30)의 연구에서 신장의 무게가 고지방식을 급여한 군이 낮은 경향을 보였던 것 과 같이 본 실험에서 신장 및 고환의 무게가 지방군에서 낮게 나타났으며 된장의 첨가가 신장 및 고환의 무게를 고지방군(H군)에 비해 높여주는 경향을 나타냈다.

일반 혈청 성분 분석 및 혈청 지단백질 분석

혈청 포도당(glucose), 요산(uric acid), 빌리루빈(bilirubin), 총 단백질(total protein)의 농도는 각 군 간의 차이가 없었다 (Table 4). GOT 값은 고지방군인 H군이 115.71 ± 25.00 I.U./L로 다른 군에 비해 유의적으로 높았으며, 일반 된장군인 H-S군 (61.7 ± 4.50), 녹차된장군인 H-0.6GS군(52.86 ± 8.21 I.U./L)과 H-4GS군 (52.29 ± 2.36 I.U./L) 순으로 각각 수치가 낮아지는 경향을 보였고, 일반된장군과 녹차된장군간의 차이도 유의적이었다($p < 0.05$). 녹차된장군(H-4GS)의 GPT와 BUN의 수치도 일반된장군이나 고지방군보다 유의적으로 낮았다($p < 0.05$). 혈중 GOT,GPT의 농도는 간의 건강상태를 나타내고 혈중 BUN의 농도는 신장의 건강상태를 나타내는 지표로 알려져 있다. 녹차된장을 섭취하지 않은 고지방군에 비해 녹차 된장을 섭취한 고지방군의 경우 혈중 GPT,GOP와 BUN의 수치가 낮았는데 이는 고지방 식이로 인해 우려되는 성인병의 예방에 녹차된장이 좋은 식품임을 보여주는 결과라 하겠다.

혈청 중의 중성지방, 총 콜레스테롤, 고밀도지단백 (HDL)의 함량을 분석한 결과는 Table. 5와 같다. 고지방군인 H군의 혈청 중성지방 함량이 177.29 mg/dl였고 총 콜레스테롤 함량이 67.57 mg/dl로 가장 높게 나타났으며($p < 0.05$), 일반된장군, 녹차된장군 순서로 중성지방과 콜레스테롤의 농도가 낮게 나타났다. 중성지방의 경우에만 일반된장군과 녹차된장군 들간의 차이가 유의적으로 나타났($p < 0.05$). HDL-cholesterol의 함량은 고지방군인 H군(25.57 ± 4.31 mg/dl)이 가장 낮았으며($p < 0.05$), 고 지방 식이에 녹차 된장을 첨가한 녹차된장군이나 일반된장

Table 5. Effects of experimental diets on the serum lipid profiles in rats

(mg/dL)

Group*	Triglyceride	Total cholesterol	HDL cholesterol	RFI ³⁾
B	98.00 ± 10.61 ^{1)h}	57.17 ± 5.52 ^b	40.17 ± 4.71 ^a	0.30 ± 0.04 ^b
H	177.29 ± 12.20 ^{2)ja}	67.57 ± 3.26 ^a	25.57 ± 4.31 ^b	0.62 ± 0.06 ^a
H-S	81.29 ± 9.03 ^b	59.29 ± 2.87 ^b	41.00 ± 6.48 ^a	0.31 ± 0.11 ^b
H-0.6GS	58.14 ± 6.26 ^c	58.14 ± 5.81 ^b	41.57 ± 2.07 ^a	0.28 ± 0.10 ^b
H-4GS	57.57 ± 11.56 ^c	55.14 ± 6.20 ^b	44.86 ± 1.95 ^a	0.18 ± 0.06 ^c

¹⁾Refer to Table 1²⁾All values are mean ± SD.³⁾RFI (risk factor index) = (total cholesterol) - (HDL-cholesterol) / (total cholesterol).⁴⁾Values with different alphabet within the column were significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

군의 HDL농도는 고지방군(H군) 보다 높게 나타났다($p < 0.05$). 총콜레스테롤과 과 HDL-cholesterol의 차이를 총콜레스테롤에 대한 백분비를 나타내는 RFI(risk factor index)는 고지방군인 H군이 0.62로 유의적($p < 0.05$)으로 높았고 일반된장군인 H-S군(0.31), 기본식이군인 B군(0.30), 녹차된장군인 H-0.6GS군(0.28)과 H-20GS군(0.18)의 순서로 낮았으며 군 간에도 유의적인 차이가 있었다($p < 0.05$).

된장의 원료인 대두는 발효·숙성기간 동안에 isoflavones, trypsin inhibitor, 식이 섬유소, 비타민 E, 페놀산의 농도가 증가하고, 이러한 물질들이 성인병 예방에 효과가 있음이 보고되었다(31-36). Kim등(37)은 고콜레스테롤 식이를 섭취한 흰쥐에게 메주분말을 급여한 결과 혈청 중의 중성지방 함량이 대조군에 비해 감소하는 경향을 보여주었고, Muramatsu 등(38)과 Shin등(39)의 연구에서도 녹차가 혈청 중성지방 함량을 낮추었음을 보고하였다. Suagano(40)는 된장의 대두단백질로부터 분리된 peptide 분획물이 담즙산과 결합하여 담즙산의 배설을 증가시켜 체내 콜레스테롤인 저하된다는 메커니즘을 제시하였다. 본 연구에서도 고지방 식이섭취 때 혈청 콜레스테롤과 중성지방농도가 증가하였으나, 일반된장과 녹차된장을 첨가한 결과 그 수치들이 낮아짐을 보여주었다.

녹차나 된장의 항 콜레스테롤 효과를 고려할 때 녹차추출물로 만든 녹차된장이 일반된장보다 그 효과가 상승할 것으로 기대했으나 별 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 중성지방의 경우에는 녹차된장군의 경우에 가장 낮은 농도를 나타내었으며, 일반된장군과도 차이가 있었고, 녹차의 함량에 따른 중성지방의 농도도 차이가 있었다($p < 0.05$).

본 연구에서는 녹차된장이 고지방식으로 인한 체중증가를 감소시키고 혈청의 콜레스테롤, 중성지방, HDL-cholesterol의 상태를 호전시키고 그러한 측면에서 볼 때, 일반된장보다 녹차된장이 우수한 식품임을 보고하였다. 이는 고 지방 식이섭취로 인해 유발될 수 있는 성인병의 예방에 기능성 식품으로서의 녹차된장의 가능성을 제시하고 있으며, 녹차된장의 명확한 기능성 규명을 위해서는 앞으로 더 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

요 약

본 실험은 녹차된장이 고지방식을 급여한 흰쥐의 체중변화 및 혈청 지단백질 등에 미치는 영향을 연구하고자 기본식이(basal diet)를 급여한 B군과 0.5% 콜레스테롤과 15% 라드를 첨가한 고지방식을 급여한 H군, 고지방식이와 20% 일반된장을 첨가한 식이를 급여한 H-S군, 고지방식이에 녹차된장을 첨가한 식이를 급여한 H-0.6GS군(0.6% 녹차 추출물)과 H-

4GS(4% 녹차가루)군을 10주간 사육한 후 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 체중 증가량은 고지방식이군인 H군이 가장 높았으며 녹차된장군인 H-4GS군이 일반된장군보다 체중증가가 적은 것으로 나타났다($p < 0.05$). 식이 효율(FER)이나 식이 섭취량은 군 간에 유의적인 차이가 없었다. 간의 무게는 고 지방식이군인 H군이 일반된장군(H-S군)과 녹차된장군(H-GS군)보다 높았으며($p < 0.05$), 실험군 중에서 H-4GS군의 간의 무게가 가장 낮았다.

2. 혈청 포도당(glucose), 요산(uric acid), 빌리루빈(bilirubin), 총단백질(total protein)의 농도는 각 군 간의 차이가 없었다. 혈중 GOT, GPT, BUN의 농도는 녹차된장군이 일반된장군이나 고지방군에 비해 낮았고, 일반된장군과 녹차된장군간의 차이는 유의적 이었다($p < 0.05$).

3. 일반된장군과 녹차된장군의 경우 모두 콜레스테롤의 농도가 고지방식이군보다 낮았고($p < 0.05$), 중성지방의 농도는 녹차된장섭취군이 일반된장군보다 낮았으며($p < 0.05$), 녹차된장군의 차이도 있었다($p < 0.05$). RFI(risk factor index)는 녹차된장군이 가장 낮게 나타났고, 녹차된장군, 일반된장군, 고지방식이군 간의 차이는 유의적이었었다($p < 0.05$).

문 헌

1. Korea Ministry of Health and Welfare. In: Depth Analysis on 2001 National Health and Nutrition Survey-Nutrition Survey. KHIDI, Seoul, Korea. pp. 188-200 (2003)
2. National Statistic Office. Annual report on the cause of death statistics. National Statistical Office, Seoul, Korea. pp. 150-160 (2003)
3. Lee SR. Korean fermented food products. PhD thesis, Ewha Women's University, Seoul, Korea (1984)
4. Park KY, Moon SH, Cheigh HS, Baik HS. Antimutagenic effect of *Doenjang* (Korean soy paste). J. Food Sci. Nutr. 1: 151-156 (1996)
5. Lee SM, Rhee SH, Park KY. Antimutagenic effect of soluble dietary fiber from kale and soybean. Environ. Mut. Carcinogens 13: 26-29 (1993)
6. Kurechi T, Kikuda S, Hasunuma, M. Inhibition of N-nitrosamine formation by soya products. Food Cosmet. Toxicol. 19: 425-450 (1981)
7. Bae EA, Moon GS. A study on the antioxidative activities of Korea soybeans. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 16: 203-208 (1997)
8. Han ES, Lee HJ, Shon DW. Effect of surface hydrophobicity of soybean peptides on the concentration of serum cholesterol and fecal steroid excretion in rats. Korean J. Food Sci. Technol. 25: 571-575 (1993)
9. Messina M. Modern application for an ancient bean, soybeans and the prevention and treatment of chronic disease. J. Nutr. 125: 567-574 (1995)
10. Yu RN, Chung DK, Nam HS, Shin ZI. Effect of soybean hydro-

- lyate on hypertension in spontaneously hypertensive rats. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 25: 1031-1036 (1996)
11. Kim SJ, Moon JS, Park IB, Kim JM. The quality of soybean paste (*Doenjang*) prepared with sweet tangle, sea mustard, and anchovy powder. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 33: 875-879 (2004)
 12. Soy and soybean products in East Asia p 93. In: The East Asian Society Dietary Life, November 19, Seoul, Korea (2000)
 13. Lee SJ. Bonchogangmock. KoMon Publishing, Seoul, Korea. pp. 1069-1072 (1975)
 14. Stahl WS. The chemistry of Tea and Tea manufacturing. Adv. Food Res. 11: 34-37 (1962)
 15. Tsujimura M, Osawa N. Amino acid in green tea, Jissen Joshi daigaku kigo. Chem. Abstr. 41: 5295-5299 (1957)
 16. Imai K, Nakachi K. Cross sectional study of effects of drinking green tea on cardiovascular and liver diseases. British Medical J. 310: 693-696 (1995)
 17. Yukihiko Hara, Fumiko Tono-oka. Hypotensive effect of tea catechins on blood pressure of rat. J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci. 43: 345-348 (1990)
 18. Sakanara S, Aizawa, SM, Kim M, Yamamoto T. Inhibitory effects of green tea polyphenols on growth and cellular adhesion of an oral bacterium, porphyromonas gingivalis. Bio. Biotech. Biochem. 60: 745-749 (1996)
 19. Mutio H, Kubo L. Combination effect of antibacterial compounds in green tea flavor against *Streptococcus mutans*. J. Agric. Food Chem. 41: 1102-1105 (1993)
 20. American Institute of Nutrition: Report of AIN AD, Committee on Standards for Nutrition Studies. J. Nutr. 107: 1340-1344 (1977)
 21. Chong SW. Window version of SPSS statistics. KoRyoJoungBo Inc. Seoul, Korea. pp. 56-70 (1996)
 22. Steel RG, Torrie JH. Principles and procedures of statistics. Mc Graw-Hill Book Co., New York, USA. pp. 67-90 (1960)
 23. Kim HS, Park YS, Kim CI. Changes of Serum lipid profiles after eating Lycil Fructus in rats fed high fat diet. Korean J. Nutr. 31: 263-270 (1998)
 24. Choo JJ, Shin HJ. Body fat, suppressive effects of Capsaicin through b-adrenergic stimulation in rats fed a high-fat diet. Korean J. Nutr. 32: 533-539 (1999)
 25. Kayashita J, Shimaola L, Nakayou M. Hypocholesterolemic effect of buckwheat protein extract in rats fed cholesterol enriched diets. Nutr. Res. 15: 691-697 (1995)
 26. Kye SH, Park HS, Kim SS. A study on the protein bioavailability on rats fed fermented soybeans (in Korean). Korean J. Nutr. 20: 104-110 (1987)
 27. Kang YH, Park YK, Ha TY, Moon KD. Effects of pine needle extracts on serum and liver lipid contents in rats fed high fat diet. J. Korean Soc. Food Nutr. 25: 367-373 (1996)
 28. Cho SY, Kim MJ. The effects of Plantaginis Semen and hepatic lipid metabolism in fed high and low fat diets (in Korean). J. Korean Soc. Food Nutr. 24: 517-522 (1995)
 29. Lee SH, Lee YS. Effects of late-harvested green tea extracted on lipid metabolism and Ca absorption in rats. Korean J. Nutr. 31: 999-1005 (1998)
 30. Hong YJ, Sin HH. The effects of lipid-diet on metabolism in rats. Korean J. Nutr. 12: 45-51 (1979)
 31. Coward L, Barnes NC, Setchell KDR, Barnes S. Genistein, diadzein, and their beta-glycoside conjugates, antitumor isoflavones in soybean foods from American and Asian diets. J. Agric. Food Chem. 41: 1961-1968 (1993)
 32. Weed HG, McGandy RB, Kennedy AR. Protection against dimethylhydrazine-induced adenomatous tumors of the mouse colon by the dietary addition of an extract of soybeans containing the Bowman-Birk protease inhibitor. Carcinogenesis 6: 1239-1241 (1985)
 33. Lee SM, Rhee SH, Park KY. Antimutagenic effect of soluble dietary fiber from kale and soybean. Environ. Mut. Carcinogens 13: 26-30 (1993)
 34. Hammerschmidt P, Pratt D. Phenolic antioxidants of dried soybeans. J. Food. Sci. 43: 556-560 (1978)
 35. Yamaguchi N, Yokoo Y, Fujimaki M. Antioxidative activities of miso and soybean sauce on linoleic acid. J. Food Sci. Technol. 26: 71-77 (1979)
 36. Phinney SD, Odin RS, Johnson SB, Holman RT. Reduces arachidonate in serum phospholipids and cholesteryl esters associated with vegetarian diets in soybeans. Am. J. Clin. Nutr. 51: 385-389 (1990)
 37. Kim JD, Kim YI, Kim BR, Kim YS, Lee SY: The effects of dried soybean paste on lipid profile in rats fed high cholesterol diet. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 26: 314-318 (1997)
 38. Muramatsu K, Sugiyama K, Amano S, Nakashima J, Saeki S. Effect of green tea on cholesterol metabolism in rat. Proceeding International Symposium of Tea Science. pp. 220-224 (1991)
 39. Sin MK, Han SH, Han GJ. The effects of green tea on the serum lipid and liver tissue of cholesterol fed rats. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 1255-1263 (1997)
 40. Sugano M. Nutritional studies on the regulation of cholesterol metabolism (The effect of dietary protein. J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci. 40: 93-97 (1987)

(2004년 7월 14일 접수; 2005년 6월 29일 채택)