

눈꽃동충하초가 고지방 식이를 섭취한 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향

고진복[†] · 최미애*

신라대학교 생명과학과

*양산대학 식품가공제과제빵과

Effect of *Paecilomyces japonica* on Lipid Metabolism in Rats Fed High Fat Diet

Jin-Bog Koh[†] and Mi-Ae Choi*

Dept. of Life Science, Silla University, Busan 617-736, Korea

*Dept of Food Processing and Baking, Yangsan College, Kyungnam 626-740, Korea

Abstract

The effects of *Paecilomyces japonica* on weight gains, food intakes, food efficiency ratios, serum and hepatic lipid concentrations, serum protein levels and serum enzyme activities, were studied in adult male rats. Sprague-Dawley rats, 35 weeks old, were given four different types of diets for a succeeding period of five weeks: either a normal diet (5% corn oil), a control diet (high fat; 5% corn oil + 15% lard), a PF diet (control diet + 3% fruiting body of *Paecilomyces japonica*), or a PM diet (control diet + 3% mycelium of *Paecilomyces japonica*). The body weight gains, hepatic weights and food efficiency ratios of rats fed the PF or PM diets were significantly lower than those fed the control diet, but were similar to those fed the normal diet. The concentrations of hepatic total lipids, cholesterol and triglyceride, and serum triglyceride, of rats given the PF or PM diets were significantly lower than those given the control diet. But the concentrations of total cholesterol, HDL-cholesterol, LDL-cholesterol and phospholipid in the serum of rats fed the control, PF or PM diets were significantly higher than those fed the normal diet. In the serum of rats fed the PF diet, the HDL-cholesterol/total cholesterol ratio was significantly higher and the atherogenic index was significantly lower than those fed the control diet, while such effect was not observed in rats fed the PM diet. The alkaline phosphatase activity in the serum of rats fed the control and PM diets was more significantly decreased compared to rats fed the PF and normal diet. No differences were noted in the weights of the pancreas, kidney and heart, the serum concentrations of glucose, hemoglobin and albumin, and the activities of GOT, GPT and γ -GTP, among the rats on all the experimental diets. In conclusion, the rats fed the PF or PM diets maintained normal body and hepatic weights. Despite of the high intake of fats in the PF and PM diets, the concentrations of hepatic total lipids, cholesterol and triglyceride, and serum triglyceride were decreased.

Key words: *Paecilomyces japonica*, high fat, cholesterol, triglyceride, enzyme activities, adult male rat

서 론

식생활의 변화로 가공식품의 섭취가 증가함에 따라 동물성 지방의 섭취가 증가하는 반면 섬유소의 섭취는 줄어들고 있다. 섭취하는 지방의 함량이나 지방산의 구성비율 변화는 체내 지방질 구성비율에 변화를 주고, 지방의 과다 섭취로 비만, 뇌졸중, 동맥경화증, 고혈압, 당뇨 등의 각종 성인병이 증가되고, 특히 뇌혈관질환과 심장질환이 우리 나라의 주요 사인의 하나가 되었다(1,2). 보건복지부 통계연보에 의하면 우리 나라 국민의 지방 섭취량은 1980년에 21.8 g, 1985년에 29.5 g, 1995년에 38.5 g이고, 1998에는 41.5 g으로 상당히 증가하였다(3). 이러한 추세로 보아 지방질의 과잉섭취로 오는 비만이나 심혈관계 질환을 예방할 수 있는 효과적인 방법에 대한 연구가 이루어져야

한다.

눈꽃동충하초(*Paecilomyces japonica*)는 일명 누에동충하초라고도 부른다. 눈꽃동충하초는 분생포자를 형성하는 불안전 세대형 동충하초로 최근 누에를 기주하여 자실체의 인공 배양에 성공하여 널리 보급되고있는 버섯이다. 눈꽃동충하초의 약리작용으로는 면역력 증강, 항피로, 항노쇠, 항암작용, 항에이즈 등의 다양한 효능이 있는 것으로 알려지고(4-7) 있어서 최근 가장 사회적으로 문제가 되고 있는 만성 성인병이나 난치병의 예방 및 치료제로서의 개발가치가 높은 것으로 기대된다.

따라서 본 연구에서는 우리나라에서 인공 배양한 눈꽃동충하초가 동물성 지방질의 과다섭취로 오는 비만이나 심혈관계 질환의 예방이나 치료에 미치는 효과를 검토하고자 생후 35주

[†]Corresponding author. E-mail: jbkoh@silla.ac.kr
Phone: 82-51-309-5471. Fax: 82-51-309-5176

령의 수컷 흰쥐를 대상으로 하여, 고지방(옥수수기름 5%와 분지 15%) 식이에 눈꽃동충하초 자실체와 균사체를 사료에 3% 수준으로 혼합한 식이를 5주간 급여하고, 눈꽃동충하초가 실험동물의 체중변화, 간과 혈청의 중성지질, 인지질, 콜레스테롤 농도 및 동맥경화지수에 미치는 효능을 규명하고, 혈청의 단백질 농도 및 간 질환과 관련이 있는 효소활성을 조사하였다.

재료 및 방법

동충하초의 분말제조 및 성분분석

케이비에프(주)에서 인공 재배한 눈꽃동충하초(*Paecilomyces japonica*)의 자실체 및 균사체를 감압하에서 약 40°C에서 18시간 건조하여 분쇄기로 균질하게 분쇄하여 실험재료로 사용하였다. 일반성분은 자실체는 수분 4.43%, 조단백질 47.77%, 조지방 1.05%, 회분 5.61%이고, 균사체는 수분 5.38%, 조단백질 12.18%, 조지방 7.66%, 회분 1.94%이다.

전보(8,9)에서 동충하초(*Cordyceps militaris*)의 자실체 및 균사체 분말을 2, 3 및 4% 수준으로 첨가한 식이로 성장기 흰쥐를 5주간 사육한 바 성장률과 식이섭취량이 2 및 3%의 자실체군에 비하여 4% 자실체군이 낮은 것으로 나타났고, 균사체군은 각 수준별 차이가 나타나지 않았다. 이에 본 실험에서는 중간 수준을 택하여 눈꽃동충하초의 자실체 및 균사체 분말을 각각 실험식이에 3% 수준으로 첨가하였다.

실험동물의 식이 및 사육

동물은 본 대학 사육실에서 고품사료(삼양유지사료)로 사육한 생후 35주령의 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐를 1주간 표준 식이로 적응기간을 거친 후 평균체중이 487.8±39.2 g의 동물을 각 군에 8마리씩 4군으로 나누었다. 실험 식이의 조성은 Table 1과 같다. 정상군(5% corn oil), 대조군(5% corn oil + 15% lard), 눈꽃동충하초의 자실체군(5% corn oil + 15% lard 식이에 3% 자실체 혼합군) 및 눈꽃동충하초의 균사체군(5% corn oil + 15% lard 식이에 3% 균사체 혼합군) 등 4군으로 나누

어 해당 식이로 5주간 사육하였다. 실험실의 사육 조건은 온도 22 ± 2°C, 습도 50~60%를 항상 유지시켰고, 명암은 12시간 (07:00~19:00)을 주기로 자동 조절하였으며, 물과 사료는 자유로 먹게 하였다.

식이섭취량, 식이효율 및 체중측정

실험기간동안의 식이는 매일 오후 4시에 급여하고 식이섭취량을 조사하였다. 식이섭취량의 오차를 최소화하고자 손실량을 측정하여 보정하였다. 체중은 1주에 한번씩 일정한 시간에 측정하였다. 식이효율은 실험전 기간의 체중증가량을 같은 기간동안에 섭취한 식이량으로 나누어 다음과 같이 산출하였다. 식이효율 (food efficiency ratio; PER) = 체중증가량 (g)/식이섭취량(g) × 100.

사료채취 및 분석

5주간 실험종료 일에 16시간 절식시킨 실험동물을 ethyl ether로 마취하고 심장에서 채혈하고, 채혈된 혈액은 실온에서 30분간 응고시킨 후 3,000 rpm에서 20분간 원심분리한 혈청을 석시료로 사용하였다. 장기는 채혈 후 즉시 떼어 생리식염수로 혈액을 씻은 다음 무게를 측정하였다. 혈액의 hematocrit치는 microhematocrit법(11), hemoglobin은 cyanmethemoglobin법(12)으로 측정하였고, 혈청의 중성지질, 인지질, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 혈당, 단백질, 알부민 및 glutamic pyruvic transaminase, glutamic oxaloacetic transaminase, γ -glutamyltranspeptidase, lactic dehydrogenase, alkaline phosphatase의 활성은 자동생화학분석기(Autohumalyzer 900S, Germany)로 측정하였다. 동맥경화지수(atherogenic index: AI)는 Haglund 등(13)의 방법에 따라서 AI = (total cholesterol - HDL cholesterol)/HDL cholesterol 식으로 계산하였다. 간의 지질은 Folch 법(14)으로 추출하여 지질측정용으로 사용하였다. 간의 총 지질은 phospho-vanillin 법(15), 중성지질(영연화학, Japan), 인지질(Iatron, Japan), 총 콜레스테롤(영연화학, Japan) 농도는 각각의 측정용 kit 시약으로 측정하였다.

통계처리

본 연구의 실험결과는 평균치와 표준편차로 나타내었고, SPSS를 이용하여 실험군간의 유의성 검정은 p<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test로 하였다.

결과 및 고찰

체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율

고지방 식이에 눈꽃동충하초의 자실체와 균사체 분말을 각각 3% 수준으로 혼합한 식이로 성숙된 흰쥐를 5주간 사육한 결과 체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율은 Table 2와 같다. 체중증가량은 정상군 21.3 g에 비하여 고지방군은 44.4 g으로 2배 증가하였으나 자실체군 및 균사체군은 각각 20.5 g 및 23.3 g으로 정상군과 비슷한 체중증가를 보였다. 식이섭취량은 정

Table 1. Composition of experimental diets (g %)

Components	Normal	Control	PF	PM
Casein	15.0	15.0	15.0	15.0
Corn starch	60.0	45.0	42.0	42.0
Sucrose	10.0	10.0	10.0	10.0
Corn oil	5.0	5.0	5.0	5.0
Mineral ¹⁾	3.5	3.5	3.5	3.5
Vitamin ²⁾	1.0	1.0	1.0	1.0
DL-Methionine	0.3	0.3	0.3	0.3
Cellulose	5.0	5.0	5.0	5.0
Choline bitartrate	0.2	0.2	0.2	0.2
Lard	-	15.0	15.0	15.0
<i>P. fruiting body</i> ³⁾	-	-	3.0	-
<i>P. mycelium</i> ⁴⁾	-	-	-	3.0

¹⁾²⁾AIN-93 MX mineral and AIN-93 VX vitamin mixture (10).

³⁾Fruiting body of *Paecilomyces japonica* powder.

⁴⁾Mycelium of *Paecilomyces japonica* powder.

Table 2. The body weight gain, food intake and food efficiency ratio (FER) of male rats fed experimental diets for 35 days

Groups ¹⁾	Body weight gains (g)			Food intake (g/day)	FER (%)
	Initial	Final	Gains		
Normal	488.9±46.5 ^{2)NS}	510.3±45.9 ^{NS3)}	21.3±9.4 ⁴⁾	17.7±1.6 ^b	3.43±1.21 ^a
Control	489.6±42.6	533.9±44.8	44.4±10.8 ^b	16.1±2.0 ^{ab}	7.87±1.41 ^b
PF	486.2±38.3	507.3±37.1	20.5±11.7 ^a	15.0±1.7 ^a	3.90±1.81 ^a
PM	488.5±40.1	517.0±42.7	23.3±12.0 ^a	15.3±1.9 ^a	4.35±1.62 ^a

¹⁾Normal: normal diet (5% corn oil) group, Control: normal diet+15% lard group, PF: control diet+3% fruiting body of *Paecilomyces japonica* powder, PM: control diet+3% mycelium of *Paecilomyces japonica* powder.

²⁾All values are mean±SD (n=8).

³⁾Not significant.

⁴⁾Values within a column with different superscripts letters are significantly different each other groups at p<0.05.

상군에 비하여 군사체군 및 자실체군이 유의하게 낮았으나 고지방군과는 비슷하였다. 식이효율은 고지방군에 비하여 자실체군 및 군사체군은 유의하게 낮아 체중증가량과 비슷한 경향이었다.

Koh와 Choi(16)는 1% 콜레스테롤식이에 동충하초 자실체 및 군사체를 각각 3%씩 첨가한 군이 1% 콜레스테롤식이군보다 유의하게 낮은 체중증가로 정상식이군과 비슷한 체중을 유지하였다고 하였고, Koh(17)는 동충하초 밀리타리스 분말을 고지방 식이에 3% 첨가한 식이로 성숙한 흰쥐를 5주간 사육한 바 동충하초가 체중증가를 억제하는 효과가 있다고 하였다. 본 실험결과도 상기보고와 유사한 경향으로 이는 눈꽃동충하초에 함유된 섬유소가 다당류가 고지방 식이를 섭취한 쥐의 체중증가를 억제하여 정상체중을 유지시키는 효과가 있는 것이라 할 수 있다.

장기 무게 변화

눈꽃동충하초가 고지방 식이를 섭취한 흰쥐의 각 장기무게에 미치는 영향을 조사하고자 체중 100 g당 간, 신장, 췌장, 비장 및 심장의 무게를 측정한 결과는 Table 3과 같다. 간의 무게는 정상군에 비하여 고지방군이 유의하게 증가되었으나 자실체군 및 군사체군은 고지방군보다 유의하게 감소되어 정상군과 비슷하였다. 선행연구(16,18-20)에서 고지방이나 고콜레스테롤 식이를 급여한 쥐의 간이 비대되었다고 하였다. 식이중 과량의 콜레스테롤이 간으로 유입되었을 때 지방수용체인 apoprotein과 결합하여 lipoprotein으로 배출되지 못하면 지방간으로 되거나 간세포 손상을 일으킬 수 있는 것으로 알려져 있다(21). 본 실험에서 고지방군의 간이 비대되었음은 상기보고와 일치하였다. 느타리버섯(22), 표고버섯(23)의 다당류 추출물이 혈청과 간의 콜레스테롤 및 중성지질 농도를 낮추는 효과가 있다

고 하였고, 본태성 고혈압 쥐에 영지버섯을 급여한 바 간의 총 콜레스테롤, 중성지질 및 인지질 농도가 감소되었다고 하였다(24). 표고버섯, 영지버섯 및 목이버섯이 혈청의 콜레스테롤 농도를 감소시킨다고 하였다(25,26). 본 실험결과에서도 간의 콜레스테롤 및 중성지질 농도가 고지방군에 비하여 눈꽃동충하초의 자실체 및 군사체 첨가군에서 유의하게 감소되었으므로 이는 상기보고로 미루어 보아 눈꽃동충하초에 함유된 다당류나 섬유소가 지질흡수를 억제하거나 지연시켜 간에 지방유입이 감소되어 간의 무게가 감소된 것으로 생각된다. 비장, 신장, 췌장 및 심장의 무게는 정상군과 각 실험군이 차이를 보이지 않았음은 성숙된 쥐에서는 고지방 식이나 고지방에 눈꽃동충하초 첨가에 의한 영향은 나타나지 않았다.

간의 지질농도 변화

눈꽃동충하초가 간의 지질농도에 미치는 영향을 조사한 바 Table 4와 같다. 간의 총 지질, 콜레스테롤 및 중성지질 농도는 고지방군에 비하여 자실체군 및 군사체군이 유의하게 감소하였다. 이는 동충하초가 고지방 식이를 섭취한 성숙된 쥐의 체중증가나 간의 비대를 억제하는 작용과 더불어 간의 총 지질,

Table 4. The liver lipid concentrations of male rats

Groups ¹⁾	(mg/g of wet liver)			
	Total lipid	Cholesterol	Triglyceride	Phospholipid
Normal	38.80±5.75 ^{2)bc}	3.48±0.32 ^{bc}	17.25±4.08 ^c	15.63±2.01 ^{NS3)}
Control	41.69±6.18 ^{b4)}	3.65±0.35 ^c	21.69±4.39 ^f	16.21±1.07
PF	30.48±2.46 ^a	2.88±0.29 ^a	8.82±1.21 ^a	17.34±1.28
PM	34.02±4.74 ^{ac}	3.22±0.23 ^b	12.70±3.16 ^b	16.48±0.79

^{1) 3)}See the legend of Table 2.

⁴⁾Values within a column with different superscripts letters are significantly different each other groups at p<0.05.

Table 3. The organ weights of male rats

Groups ¹⁾	(mg/100 g body weight)				
	Liver	Kidney	Spleen	Pancrease	Heart
Normal	2329±275 ^{2)1a}	555±55 ^{NS3)}	140±15 ^{NS}	214±55 ^{NS}	295±30 ^{NS}
Control	2951±175 ^{b4)}	609±78	152±14	235±40	293±45
PF	2463±274 ^a	571±72	150±10	254±55	290±19
PM	2363±263 ^a	549±45	153±17	260±51	289±16

^{1) 3)}See the legend of Table 2.

⁴⁾Values within a column with different superscripts letters are significantly different each other groups at p<0.05.

콜레스테롤 및 중성지질 농도를 감소시키는 효과가 있는 것으로 나타났다. 인지질 농도는 정상군과 각 실험군이 비슷하였다.

식용버섯의 콜레스테롤 저하효과에 대한 연구로는 고지방 식이에 동충하초 밀리타리스를 첨가하여 사육한 쥐의 간 총 지질, 콜레스테롤 및 중성지질이 감소되었다고 하였고(17), 느타리버섯의 다당류 추출물이 혈청과 간의 콜레스테롤 낮추는 효과가 있고, 에탄올 불용해성 잔사부분은 간의 중성지질을 낮추는 효과가 있다고 하였고(22), 표고버섯의 열수추출물의 다당류 중에는 간의 콜레스테롤과 중성지질 농도를 감소시키는 작용(23)이 있다고 하였다. 본태성 고혈압 쥐에 영지버섯이 간의 총 콜레스테롤, 중성지질 및 인지질 농도를 감소시킨다는 보고(24)와 본 실험결과도 비슷한 경향으로 눈꽃동충하초에 함유된 다당류나 섬유소가 장에서 지질흡수를 지연시키거나 억제하여 성숙된 쥐에서 간의 총 지질, 콜레스테롤 및 중성지질 농도가 감소된 것으로 생각되며, 동충하초의 어떤 종류의 다당류가 간의 지질대사에 영향을 주는 것에 대하여는 많은 연구가 이루어져야 하겠다.

혈청의 지질농도 변화

혈청의 지질농도 변화는 Table 5와 6과 같다. 혈청의 총 지질 농도는 정상군에 비하여 고지방군이 유의하게 증가하였으나, 눈꽃동충하초의 자실체군 및 군사체군은 고지방군보다 유의적인 차이는 아니지만 다소 감소되는 경향을 보였다. 중성지질 농도는 고지방군에 비하여 자실체군 및 군사체군이 유의하게 감소하였음은 눈꽃동충하초에 함유된 다당류나 섬유소가 지질흡수를 억제하여 간의 중성지질 농도의 감소와 더불어 혈액의 중성지질 농도가 감소된 것으로 생각된다. HDL-콜레스테롤 농도는 고지방군 보다 자실체군이 증가되었으나 유의한 차이는 나타나지 않았다. 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤 비율은 고지방군에 비하여 자실체군은 유의하게

증가되어 정상군과 비슷하였다. 동맥경화지수는 고지방군에 비하여 자실체군은 유의하게 감소되어 자실체가 동맥경화지수를 낮추는 효과가 나타났으나 군사체군은 고지방군과 비슷한 경향을 보였다. 혈청의 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 및 인지질 농도는 고지방군과 자실체군 및 군사체군이 비슷한 수준으로 정상군보다는 유의하게 증가되어 눈꽃동충하초에 의한 영향은 나타나지 않았다.

Koh(8)는 성장기 흰쥐에 동충하초 자실체 분말을 4% 첨가한 식이로 5주간 사육한 결과 혈청의 총 콜레스테롤 및 중성지질 농도가 대조군보다 유의하게 감소하였다고 하였고, Koh와 Choi(16)는 고콜레스테롤혈증을 유발한 흰쥐에 동충하초 밀리타리스의 군사체 분말을 3% 수준으로 급여한 결과 혈청의 중성지질, 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 및 동맥경화지수를 낮추는 효과가 있다고 하였고, Koh(17)는 성숙한 흰쥐에 동충하초 밀리타리스의 자실체 및 군사체 분말을 고지방식에 3% 첨가한 식이로 5주간 사육한 바 혈청의 중성지질은 유의하게 감소시켰으나, 총 콜레스테롤을 낮추는 효과는 나타나지 않았다고 보고하였다.

Kiho 등(27)은 정상생쥐에 *Cordyceps sinensis*에서 추출한 다당류인 CS-F30 분획을 체중 kg당 50 mg을 복강내 주사하였을 때 혈장 중성지질 및 콜레스테롤 농도가 일시적인 감소 효과는 나타났으나 지속시간이 짧았다고 하였다. 생쥐에 *Cordyceps sinensis* 분말을 체중 kg당 10 g을 매일 1회씩 10일간 급여한 바 혈청 콜레스테롤 농도가 현저히 감소하였다고 하였다(28).

본 실험에서 혈청의 중성지질이 유의하게 감소되었음은 상기보고(8,16,17)와 일치하였다. 그러나 혈청의 총 콜레스테롤 농도는 상기보고들과 일치(17)하거나 상반(16,28)된 결과를 보였음은 실험에 사용된 동물의 주령이나 또는 동충하초의 종류와 사용량 등에서 오는 것이라 할 수 있다.

혈청의 단백질, 혈당, 혈색소 농도 및 헤마토크리트 치

눈꽃동충하초가 단백질, 혈당, 혈색소 농도 및 헤마토크리트 치에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 7과 같다. 혈청의 총 단백질 농도는 정상군에 비하여 고지방군 및 군사체군은 유의하게 증가하였으나 자실체군은 정상군과 비슷하였다. 알부민 농도 및 알부민/글로부린 비율은 정상군과 각 실험군이 비슷한 경향으로 단백질 농도는 정상수준(29,30)을 유지하는 것으로 나타났다.

Table 5. The serum lipid concentrations of rats (mg/dL)

Groups ¹⁾	Total lipid	Triglyceride	Phospholipid
Normal	445.6 ± 65.2 ^{2)ab3)}	155.2 ± 17.6 ^b	137.9 ± 22.7 ^a
Control	549.1 ± 97.8 ^b	161.5 ± 26.1 ^b	170.3 ± 25.1 ^b
PF	488.1 ± 87.9 ^{ab}	78.6 ± 22.5 ^a	178.9 ± 28.7 ^b
PM	500.3 ± 88.9 ^{ab}	95.3 ± 19.2 ^a	171.6 ± 28.7 ^b

¹⁾²⁾See the legend of Table 2.

³⁾Values within a column with different superscripts letters are significantly different each other groups at p<0.05.

Table 6. The serum cholesterol concentrations and atherogenic index (AI) of rats

Groups ¹⁾	Total cholesterol	HDL-cholesterol	LDL-cholesterol	HDL-C/T-C (%) ⁴⁾	AI ⁵⁾
Normal	101.9 ± 20.1 ^{2)ab3)}	32.95 ± 7.12 ^a	37.91 ± 11.22 ^a	32.84 ± 2.57 ^b	2.07 ± 0.26 ^a
Control	151.2 ± 29.5 ^b	39.77 ± 8.38 ^{ab}	82.05 ± 23.99 ^b	26.67 ± 2.72 ^a	2.78 ± 0.34 ^b
PF	156.3 ± 25.5 ^b	47.01 ± 7.83 ^b	91.12 ± 11.24 ^b	31.05 ± 3.43 ^b	2.23 ± 0.18 ^a
PM	155.2 ± 29.5 ^b	41.62 ± 7.85 ^b	94.57 ± 19.13 ^b	26.81 ± 1.21 ^a	2.74 ± 0.17 ^b

¹⁾²⁾See the legend of Table 2.

³⁾Values within a column with different superscripts letters are significantly different each other groups at p<0.05.

⁴⁾HDL-C/T-C = (HDL-cholesterol ÷ total cholesterol) × 100.

⁵⁾AI = (Total cholesterol - HDL-cholesterol) ÷ HDL-cholesterol.

Table 7. The serum protein, glucose, hemoglobin concentrations and hematocrit value of male rats

Groups ¹⁾	Total protein (g/dL)	Albumin (g/dL)	A/G ratio	Hemoglobin (g/dL)	Hematocrit (%)	Glucose (mg/dL)
Normal	7.37±0.27 ^{2)a}	3.81±0.14 ^{NS3)}	1.05±0.08 ^{NS}	16.47±1.68 ^{NS}	49.42±1.65 ^{NS}	171.1±21.9 ^{NS}
Control	7.98±0.47 ^{b4)}	3.95±0.19	0.99±0.08	16.27±0.86	48.80±2.56	162.9±18.4
PF	7.29±0.43 ^a	3.84±0.20	1.15±0.07	16.51±0.70	49.26±2.31	177.5±21.4
PM	7.86±0.40 ^b	4.01±0.20	1.05±0.08	16.35±0.45	49.04±1.36	156.0±17.3

^{1) 3)} See the legend of Table 1.

⁴⁾ Values within a column with different superscripts letters are significantly different each other groups at p<0.05.

공복시 혈당 농도는 정상군과 각 실험군이 비슷한 수준으로 고지방 식이나 고지방 식이에 눈꽃동충하초 첨가에 의한 영향은 나타나지 않았다. Koh(8,17)는 성장기와 성숙된 쥐에 3%의 동충하초 밀리타리스 분말을 급여한바 혈당 농도는 정상군과 비슷한 수준이었다는 보고와 일치하였다. 혈색소 농도와 헤마토크리트치는 정상군과 각 실험군이 비슷한 수준으로 눈꽃동충하초 분말의 섭취에 따른 영향은 나타나지 않았다.

혈청의 효소활성

고지방 식이에 눈꽃동충하초 첨가가 흰쥐의 간에 미치는 영향을 조사하고자 간 질환과 관련이 있는 효소활성을 측정 한 결과는 Table 8과 같다. 혈청의 glutamic oxaloacetic transaminase(GOT), glutamic pyruvic transaminase(GPT) 및 γ -glutamyltranspeptidase(γ -GTP) 활성은 정상군과 각 실험군이 비슷한 수준으로 정상범위에(29,30) 속하였다. Alkaline phosphatase(ALP) 활성은 정상군에 비하여 자실체군은 비슷하였으나, 고지방군 및 군사체군은 유의하게 감소되었다. Lactic dehydrogenase(LDH) 활성은 고지방군에 비하여 자실체군 및 군사체군이 유의하게 증가되어 정상군과 비슷한 활성을 보였다. 이는 눈꽃동충하초가 LDH 활성을 정상수준으로 상승시키는 효과가 나타났다.

임상에서 GPT 및 GOT는 간세포에 다량 존재하는 효소로 간 손상시 세포 외로 다량 유출되어 혈액에 증가됨으로서 간 손상의 지표로 이용되는 효소이다. 체내에서 ALP는 여러 가지 인산에스터를 분리시키고, 골격 내에서 석회화를 촉진시키며 장내에서는 인 흡수 등에 관여하는 효소로 특히 골질환, 간이나 담도질환, 임신 및 악성종양 등에서 활성치가 상승한다. 혈청 LDH는 체내 혐기적 해당계의 최종단계에서 산화·환원반응에 관여하는 효소로 급성간염, 초기간암, 심근경색, 악성빈혈, 백혈병 등에서 현저하게 상승하는 효소이다. 그리고 γ -GTP는 γ -glutamylpeptide의 γ -glutamyl기를 아미노산 또는 peptide에 전이시키는 효소로 신장, 췌장, 간, 담도를 비롯한

여러 장기에 분포하고 특히 담즙을체성 질환, 알코올성이나 약물에 의한 간 장애 등에서 높은 활성치를 보이는 효소이다. 상기 효소들은 간 질환이나 여러 종류의 질환에 임상적 지표로 이용된다.

본 실험결과 눈꽃동충하초 섭취시 GPT, GOT 및 γ -GTP 활성치는 정상군과 유사한 경향으로 나타났음은 3% 수준의 눈꽃동충하초의 자실체 및 군사체가 간 질환과 관련이 있는 효소활성에 특별한 영향을 주지 않음을 알 수 있다.

요 약

눈꽃동충하초의 자실체와 군사체가 고지방 식이를 섭취한 성숙한 흰쥐의 생리활성에 미치는 영향을 평가하고자, 생후 35주령의 흰쥐에 표준식을 급여한 정상군, 표준식에 15% 분지를 첨가한 식이를 급여한 고지방군, 고지방 식이에 자실체 및 군사체를 각각 3%씩 첨가한 식이를 급여한 군 등 4군으로 나누어 5주간 사육하였다. 실험동물의 체중증가, 간의 무게 및 식이효율은 고지방군에 비하여 자실체군 및 군사체군이 유의하게 감소되어 정상군과 비슷한 수준으로 눈꽃동충하초가 체중과 간의 무게를 정상으로 유지시켜 주는 효과가 나타났다. 식이섭취량은 정상군에 비하여 자실체군 및 군사체군이 유의하게 낮았다. 신장, 췌장 및 심장의 무게는 정상군과 각 실험군이 비슷하였다. 간의 총 지질과 콜레스테롤 농도 및 간과 혈청의 중성지질 농도는 고지방군에 비하여 자실체군 및 군사체군이 유의하게 감소되었다. 혈청의 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 및 인지질 농도는 정상군에 비하여 각 실험군이 유의하게 증가되었다. 혈청의 HDL-콜레스테롤 농도는 정상군에 비하여 자실체군 및 군사체군이 유의하게 증가되었다. 고지방군에 비하여 자실체군의 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤 비율은 유의하게 증가되었고, 동맥경화지수는 감소되었다. 혈청의 총 단백질 농도는 정상군에 비하여 고지방군 및 군사체군

Table 8. The alkaline phosphatase (ALP), glutamic pyruvic transaminase (GPT), glutamic oxaloacetic transaminase (GOT), γ -glutamyltranspeptidase (γ -GTP) and lactic dehydrogenase (LDH) activities in serum of male rats (IU/L)

Groups ¹⁾	ALP	GOT	GPT	γ -GTP	LDH
Normal	232.7±21.5 ^{2)b}	121.2±15.9 ^{NS3)}	56.15±7.01 ^{ab}	2.79±1.06 ^{NS}	987±248 ^b
Control	187.4±20.5 ^{a4)}	106.8±19.9	51.99±5.93 ^a	3.77±0.96	664±273 ^a
PF	176.4±23.4 ^a	104.1±20.8	62.97±8.97 ^b	3.40±1.08	961±230 ^b
PM	170.8±26.2 ^a	110.8±21.9	52.14±9.66 ^a	3.21±0.76	957±233 ^b

^{1) 3)} See the legend of Table 2.

⁴⁾ Values within a column with different superscripts letters are significantly different each other groups at p<0.05.

이 유의하게 증가되었다. 혈청의 알부민, 혈당 및 혈색소 농도는 정상군과 각 실험군이 비슷하여 정상 수준을 유지하였다. 혈청의 glutamic pyruvic transaminase, glutamic oxaloacetic transaminase 및 γ -glutamyltranspeptidase의 활성은 정상군과 각 실험군이 유사한 경향을 보였다. Lactic dehydrogenase 활성은 고지방군에 비하여 자실체군 및 균사체군은 유의하게 증가되어 정상군과 비슷하였다. Alkaline phosphatase 활성은 정상군에 비하여 고지방군 및 균사체군이 유의하게 감소되었다. 이상의 결과로 보아 고지방 식이에 3% 눈꽃동충하초의 자실체와 균사체 섭취에 의한 체중과 간의 무게는 정상수준을 유지하였고, 간의 콜레스테롤 농도 및 간과 혈청의 중성지질 농도를 낮추는 효과가 있는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 2002년도 신라대학교 연구지원비로 이루어졌으며, 이에 감사 드립니다.

문 헌

- Lee HK. 1996. Korean disease pattern and nutrition. *Korean J Nutrition* 29: 381-383.
- Korea National Statistical Office. 2000. *Annual report on the cause of death statistics*. p 30.
- Ministry of Health and Welfare Republic of Korea. 2001. *Yearbook of Health and Welfare Statistics*. p 37.
- Cho SY. 1999. Cultivation and distribution of Silkworm-dongchunghacho (*Paecilomyces japonica*). Paper presented at 1st international symposium on *Coedyceps*. The Korean Society Sericultural Science and the Korean Society of Life Science, Seoul, Korea. p 73-82.
- Shim JS, Min EG, Han YH. 2000. Cytotoxicity against human cancer cell lines by *Paecilomyces tenuipes* DUGM 32001. *Korea J Microbiology* 36: 312-315.
- Shim JY, Lee YS, Lim SS. 2000. Pharmacological activities of *Paecilomyces japonica* a new type *Cordyceps* sp. *Kor J Pharmacogn*, 31: 163-167.
- Kwon SH, Woo HJ, Han DS, Kim MK. 2001. Effect of dried powders and water extracts of *Paecilomyces tenuipes* and *Cordyceps militaris* on lipid metabolism, antioxidative capacity and immune status in rats. *Korean J Nutrition* 34: 271-284.
- Koh JB. 2001. Effect of fruiting body of *Cordyceps militaris* on growth, lipid and protein metabolism and enzyme activities in male rats. *Korean J Nutrition* 34: 741-747.
- Koh JB. 2002. Effect of mycelium of *Cordyceps militaris* on growth, lipid metabolism and protein levels in male rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 685-690.
- Reeves PG, Nielsen FH, Fahey GC. 1993. AIN-93 purified diets for laboratory rodents final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. *J Nutr* 123: 1939-1951.
- Medical Laboratory 1969. *Technology and Clinical Pathology*. 2th ed. WB. Saunders Co., Philadelphia. p 673.
- Davidson I, Henry JB. 1966. *Todd-Sanford Clinical Diagnosis by Laboratory Methods*. 13th ed. WB Saunders Co Philadelphia. p 73-76.
- Haglund O, Loustarinen R, Wallin R, Wibell I, Saldeen T. 1991. The effect of fish oil on triglycerides, cholesterol, fibrinogen and malondialdehyde in humans supplemented with vitamin. *Eur J Nutr* 121: 165-172.
- Folch J, Lees M, Stanley GSH. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J Biol Chem* 226: 497-509.
- Frings CS, Dunn RT. 1970. A colorimetric method for determination of total serum lipid based on the sulfophosphovanillin reaction. *Am J Clin Path* 53: 89-91.
- Koh JB, Choi MA. 2001. Effect of *Cordyceps militaris* on lipid metabolism in rats fed cholesterol diet. *Korean J Nutrition* 34: 265-270.
- Koh JB. 2002. The effects of *Cordyceps militaris* on lipid metabolism, protein levels and enzyme activities in rats fed a high fat diet. *Korean J Nutrition* 35: 414-420.
- Lee JS, Lee KH, Jeong JH. 1999. Effects of extract of *Pueraria radix* on lipid metabolism in rats fed high fat diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 218-224.
- Kim SO, Lee MY. 2001. Effects of ethylacetate fraction of onion on lipid metabolism in high cholesterol-fed rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 673-678.
- Park HY, Yoon HD, Oh EG. 2001. Effect of *Meristotheca papulosa* on lipid concentration of serum and liver in rats fed high fat diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 107-111.
- Park PS. 1990. Influence of some vegetable seed oil feeds on body lipid composition in rats. *Ph D Dissertation*. Kyungsang University.
- Bobek P, Ginter P, Kuniak L, Jourcovicova M, Ozdin L, Cerven J. 1991. Effect of mushroom *Pleurotus ostreatus* and isolated fungal polysaccharide on serum and liver lipid in Syrian hamsters with hyperlipoproteinemia. *Nutrition* 7: 105-109.
- Yeaul K, Shuichi K. 1989. Dietary mushroom reduce blood pressure in spontaneously hypertensive rats. *J Nutr Scikitaminol* 35: 91-96.
- Choi MY, Lim SS, Chung TY. 2000. The effects of hot water soluble polysaccharides from *Lentinus edodes* on lipid metabolism in the rats fed butter yellow. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 294-299.
- Kim GJ, Kim SH, Chung SY. 1992. Effects of varied mushroom on lipid compositions in dietary hypercholesterolemic rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 21: 131-135.
- Kim BK, Shin GG, Jeon BS, Cha JY. 2001. Cholesterol-lowering effect of mushrooms powder in hyperlipidemic rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 510-515.
- Kiho T, Yamane A, Hui J, Usui S, Ukai S. 1996. Polysaccharides in fungi XXXVI. Hypoglycemic activity of polysaccharide (CS-F30) from the cultural mycelium of *Cordyceps sinensis* and its effect on glucose metabolism in mouse liver. *Biol Pharm Bull* 19: 294-296.
- Lin Y. 1999. Phamacological effect on *Cordyceps sinensis*. Paper presented at 1st international symposium on *Coedyceps*. The Korean Society Sericultural Science and the Korean Society of Life Science, Seoul, Korea. p 35-44.
- Kim HY, Song SW, Ha CS, Han SS. 1993. Effects of the population density on growth and various physiological values of Sprague-Dawley rats. *Korean J Lab Ani Sci* 9: 71-82.
- Kang BH, Son HY, Ha CS, Lee HS, Song SW. 1995. Reference values of hematology and serum chemistry in Ktc: Sprague-Dawley rats. *Korean J Lab Ani Sci* 11: 141-145.