

## 신령버섯 균사체 액체배양액이 고콜레스테롤혈증 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향

고진복<sup>1</sup> · 김재영\*

부산가톨릭대학교 임상병리학과, <sup>1</sup>신라대학교 생명과학과

Received April 1, 2004 / Accepted June 11, 2004

**Effects of Liquid Culture of *Agaricus blazei* Murill on Lipid Metabolism in Rats Fed Cholesterol Diet.** Jin-Bog Koh<sup>1</sup> and Jai-Young Kim\*. Dept. of Clinical Laboratory Science, Catholic University of Pusan, Busan 609-757, Korea, <sup>1</sup>Department of Life Science, Silla University, Busan 617-736, Korea – The effects of liquid culture of *Agaricus blazei* Murill on the weight gains, serum and hepatic lipid concentrations were studied in male rats. Sprague-Dawley rats (7 weeks old) were given four different types of diets for 6 weeks, respectively: a normal diet group, a high fat control diet group (normal diet + 15% lard + 0.5% cholesterol), a 30% or 40% *A. blazei* diet groups (high fat control diet + 30% or 40% *A. blazei* in water) according to the levels of *A. blazei* supplementation. The body weight gains, food intake, food efficiency ratios, and the liver, kidney, and epididymal fat pad weights of the rats fed 30% or 40% *A. blazei* diets were similar to those of the rats fed high fat control diet. The concentrations of serum total cholesterol, LDL-cholesterol and atherogenic index in rats fed the 30% or 40% *A. blazei* diets were significantly decreased compared with those of rats fed the high fat control diet. The HDL-cholesterol/total-cholesterol ratios of the rats fed 30% or 40% *A. blazei* diet were significantly increased compared with those of rats fed the high fat control diet. The fecal excretion of total lipid in the rats fed 40% *A. blazei* diet was significantly increased compared with those of rats fed the high fat control diet. The concentrations of serum total lipid in the rats fed 40% *A. blazei* diet was significantly lower than that in the rats fed high fat control diet. But the concentrations of serum HDL-cholesterol, hepatic total cholesterol and triglyceride of rats fed the 30 or 40% *A. blazei* diets were similar to those of rats fed the high fat control diet. These results showed that the 30 or 40% *A. blazei* diets feeding decreased the total cholesterol, LDL-cholesterol and atherogenic index, and increased the HDL-cholesterol/total-cholesterol ratio in serum of rats.

**Key words** – mushroom, liquid cultures of *Agaricus blazei*, high fat, cholesterol, atherogenic index

약용버섯이나 식용버섯은 다당류, 단백질, 비타민, 무기질, 섬유소, 스테롤 등의 영양소가 풍부할 뿐만 아니라 저열량 식품으로 성인병의 예방이나 치료효능이 있는 것으로 알려지면서 버섯의 이용이 증가되고 있다. 각종 버섯이 심혈관계 질환에 미치는 선행연구로 Bobek 등[3]은 성장기 쥐에 0.3% 콜레스테롤식이에 5% 느타리버섯분말을 10주간 급여한바 혈청과 간의 콜레스테롤 농도가 유의하게 감소하였고 HDL-콜레스테롤 농도는 유의하게 증가되었다고 하였다. 또한 쥐에 5% 느타리버섯 분말을 장기간 급여한바 혈중 콜레스테롤이 감소되었다고 하였다[2]. Pella 등[32]은 관상심장질환이 있는 고지혈증 환자에게 매일 10g의 느타리버섯(tablet)을 1개월간 급여한바 혈중 중성지질은 유의하게 감소(26.2%)하였으나, 총 콜레스테롤은 다소 감소(8.6%)하였다고 하였다.

표고버섯에 함유된 *letnacin*과 *eritadenine*이 혈액 콜레스테롤을 낮추는 효과가 있고 또한 혈액순환을 원활하게 하여 혈관계질환을 예방할 수 있다고 하였고[6,35], 또한 표고버섯 열수 추출물이 흰쥐의 혈청과 간의 지질 농도를 감소시킨다

고 하였다[8]. 영지버섯 열수추출액에 함유되어있는 다당체가 본태성 고혈압 흰쥐의 고혈압 치료효과와 더불어 혈청의 콜레스테롤 농도를 저하시켜 고지혈증을 개선시킨다고 하였고[17], 표고버섯, 영지버섯 및 느타리버섯 혼합분말을 첨가한 식이로 흰쥐를 사육한 바 혈액의 총 콜레스테롤 농도를 감소시킨다고 하였다[21]. Cheung [5]은 고콜레스테롤 식이에 풀버섯 액체배양액의 다당류인  $\beta$ -glucan을 1% 첨가한 식이로 2주간 사육한바 혈청의 총 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤 농도를 감소시키고, 변으로 중성스테롤의 배설량이 증가되었다고 보고하였다. 고지방 식이에 동충하초 및 눈꽃동충하초 분말을 첨가한 식이로 5주간 흰쥐를 사육한바 혈청의 중성지질이 감소되었다고 하였다[25,27].

담자균류에 속하는 신령버섯(*Agaricus blazei* Murill)은 식용버섯으로 국내에서는 아가리쿠스버섯 또는 흰돌버섯이라 한다. 이 버섯의 전체적인 외형은 양송이와 유사하지만 양송이보다 향이 강하고 버섯대가 두껍고 길며 육질의 맛이 좋은 것이 특징이다[36]. 신령버섯의 일반성분은 자실체는 85~87%가 수분이고 건조한 버섯은 단백질 40~45%, 탄수화물 38~45%, 섬유질 6~8%, 회분 5~7%, 지방질 3~4%를 함유하고 있고[29], 균사체는 수분 10.7%, 단백질 15.6%, 탄수화물

**\*Corresponding author**

Tel : +82-51-510-0560, Fax : +82-51-510-0568

E-mail : jykim@cup.ac.kr

42.4%, 섬유질 26.4%, 회분 5.9%, 지방질 9.6%로 당질과 단백질이 풍부한 버섯이다[4].

신령버섯은 혈당과 혈압강화 효과와 항종양, 항암 및 항돌연변이 효과 등의 약리작용이 있는 것으로 알려져 있고[19, 28,30,39], 신령버섯에 포함된 다당체는 인터페론을 활성화해서 암세포를 소멸 또는 억제하는 간접적인 효과가 높으며, 특히 다른 버섯류와는 달리 고형암 뿐만 아니라 복수암, S상결장암, 난소암, 유방암, 폐암, 간암 등에도 효과가 있는데 이러한 항암 효과를 나타내는 다당체는  $\beta$ -glucan으로 그 구조는  $\beta$ -(1-6)-glucosyl의 가지를 가진  $\beta$ -(1-3)-glucan이라고 하였다[9,16,19]. 신령버섯의 자실체에서 분리한 단백질은 당질이 50.2%이고 단백질이 43.3%로 이들 복합체가 항암활성이 있다고 하였다[20,30]. Choi 등[7]은 신령버섯의  $\beta$ -glucan은 비만인 당뇨쥐의 식후혈당의 상승을 억제하는 효과가 있고 중성지방 농도를 낮추어 혈액의 지질조성을 개선시켜 심혈관질환을 감소시킬 수 있다고 하였다.

이상의 연구내용에서 신령버섯의 다양한 약리작용이 알려져 있고 또한 만성적인 성인병의 예방이나 치료제로 이용되고 있으나, 고콜레스테롤혈증에 미치는 신령버섯의 효과에 대한 체계적인 연구는 드문 실정이다. 따라서 본 연구는 신령버섯의 균사체 액체배양액이 고콜레스테롤혈증을 유도한 흰쥐의 지질 대사에 미치는 영향을 관찰하고자 생후 7주령의 숫컷 흰쥐를 대상으로 하여 고지방 식이(15% 돈지+0.5% 콜레스테롤)에 신령버섯의 균사체 액체배양액을 30% 및 40%로 음료수에 혼합하여 6주간 급여하고, 체중변화, 식이효율, 간과 혈청의 지질 농도를 조사하였다.

**재료 및 방법**

**신령버섯 균사체 액체배양액 제조방법**

시료로 사용된 신령버섯(*Agaricus blazei* Murill)의 균사체 음료는 케이비에프(주)에서 제조한 것으로 신령버섯의 균사체 200 ml를 PDB (potato dextrose broth)에서 25℃로 조절하여 4일간 액체배양하고, 전체 배양액을 본 배양 배지에서 3일간 액체배양 하였다. 배양된 균사체 배양액을 105℃에서 90분간 감압멸균하여 시료로 사용하였다. 시료보관은 -20℃에서 냉동보관 하였다.

**실험동물의 식이 및 사육**

실험동물은 본 대학 실험실에서 번식시켜 고형사료(삼양 유지사료)로 사육한 생후 7주령의 Sprague-Dawley계 숫컷 흰쥐를 표준사료로 1주일 동안 적응시킨 후, 평균체중이 287.2±21.2 g의 동물을 한 군에 8마리씩 4군으로 나누어 실험에 사용하였다. 실험식이의 조성은 Table 1과 같다. 실험군은 정상군, 대조군(정상 식이에 15% 돈지와 0.5% 콜레스테롤을 첨가), 30% 및 40% 신령버섯군(대조군 식이에 신령버섯

Table 1. Composition of experimental diets (%)

Ingredients	Normal	Control
Casein	16.00	17.20
Corn oil	5.00	5.00
Lard	--	15.00
Corn starch	58.45	41.62
Sucrose	10.00	10.00
DL-methionine	0.30	0.30
Choline bitartrate	0.25	0.25
Cellulose	5.00	5.00
Mineral mix. <sup>1)</sup>	3.50	3.50
Vitamin mix. <sup>2)</sup>	1.00	1.00
Cholesterol	--	0.50
Sodium cholate	--	0.13

<sup>1,2)</sup>AIN-93-MX mineral and AIN-93-VX vitamin mixture [33].

균사체 액체배양액을 30% 및 40% 수준으로 음료수에 혼합하여 급여한 군) 등 4군으로 나누어 해당 식이로 6주간 사육하였다. 동물실험실의 사육조건은 온도 22±2℃, 습도 40~50%로 유지시키고, 명암은 12시간을 주기로 자동조절 되었으며, 실험음료와 식이는 자유 급식하였다.

**식이섭취량, 식이효율 및 체중측정**

체중은 1주에 한번씩 일정한 시간에 측정하였고, 실험기간 동안의 식이는 매일 오후 4시에 일괄적으로 급여하였다. 식이섭취량의 오차를 최소화하고자 손실량을 측정하여 보정하였으며 급여량을 기록하여 식이 섭취량을 산출하였다. 식이효율은 실험 전 기간의 체중증가량을 같은 기간 동안에 섭취한 식이량으로 나누어 산출하였다. 식이효율(food efficiency ratio; FER) = 체중증가량(g)/식이섭취량(g)×100

**시료채취 및 분석**

6주간 실험종료 일에 16시간 절식시킨 실험동물을 ethyl ether로 마취하고 심장에서 채혈하고, 채혈된 혈액은 실온에서 30분간 응고시킨 후 3,000 rpm에서 20분간 원심분리하여 분석시료로 사용하였다. 각 장기 및 부고환지방을 채혈 후 즉시 떼어 생리식염수로 혈액을 씻은 다음 무게를 측정하였다.

혈청의 중성지질, 인지질, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 농도는 자동생화학분석기(Autohumalyzer 900S, Germany)로 측정하였다. LDL 콜레스테롤 농도는 혈청의 중성지질 농도가 400 mg/dL 미만이면 Fridwald 공식이 적합하다고 하여[34,37] Fridwald 등[12]의 계산법으로 산출하였다. 즉 LDL-cholesterol = total cholesterol - (HDL-cholesterol + triglyceride ÷ 5). 동맥경화지수(atherogenic index: AI)는 Haglund 등[14]의 방법에 따라서 AI = (total cholesterol - HDL-cholesterol) ÷ HDL-cholesterol 식으로 계산하였다. 간과 분의 지질은 Folch 법[11]으로 추출하여 지질측정용으로 사용하였다. 간과 분의 총 지질은 phospho-vanillin 법[13]으로 측정하였고,

Table 2. The body weight gain, food intake and food efficiency ratio (FER) of male rats fed *Agaricus blazei* (AB) diets for 6 weeks

Groups <sup>1)</sup>	Body weight gains (g)			Food intake (g/day)	FER (%)
	Initial	Final	Gains		
Normal	288.1±19.5 <sup>2)</sup>	424.0±32.9	145.9±20.9 <sup>a</sup>	24.96±2.11 <sup>NS3)</sup>	16.70±1.81 <sup>a</sup>
Control	289.5±26.0	467.8±37.5	178.0±30.5 <sup>b</sup>	22.55±1.97	22.55±2.31 <sup>b</sup>
30% AB	289.1±21.4	473.9±36.4	184.8±17.6 <sup>b</sup>	21.85±1.89	24.15±2.54 <sup>b</sup>
40% AB	282.1±28.3	454.2±40.3	172.1±27.6 <sup>b</sup>	21.04±1.97	23.37±2.43 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Group abbreviations: Normal = normal diet group, Control = normal diet + 15% lard + 0.5% cholesterol diet group, 30% or 40% AB = control diet + 30% or 40% liquid culture of *Agaricus blazei* mixed with water.

<sup>2)</sup>All values are mean ± SD (n = 8).

<sup>3)</sup>Not significant.

<sup>a-b</sup>Values within a column with different superscripts letters are significantly different each other groups at p<0.05.

중성지방 및 콜레스테롤 농도는 각각의 kit 시약 (영연화학, Japan)으로 측정하였다.

**통계처리**

본 연구의 실험결과는 평균치와 표준편차로 나타내었고, SPSS를 이용하여 실험군간의 유의성은 ANOVA로 검증한 후 p<0.05수준에서 Duncan's multiple range test로 비교분석을 실시하였다.

**결과 및 고찰**

**체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율**

신령버섯 균사체 배양액을 6주간 섭취시킨 결과 실험동물의 체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율은 Table 2와 같다. 체중증가량은 정상군에 비하여 대조군(돈지 15%와 0.5% 콜레스테롤 첨가군), 30% 및 40% 신령버섯군(대조식이와 30% 및 40% 신령버섯 균사체 배양액을 음료수에 혼합하여 급여한 군)이 각각 22.0%, 26.6% 및 17.9%로 유의하게 증가되었으나 대조군과 신령버섯군들은 비슷하였다. Anderson 등[1]은 10주령된 쥐에 3주간 실험식으로 사육한 바 정상군에 비해 1% 콜레스테롤 첨가군이 12% 증가되었다고 하였고, Kim 등[23]도 성장기 쥐에 1% 콜레스테롤 첨가군이 정상군 보다 유의하게 체중이 증가되었다고 하였으며, Koh 등[26]은 성숙한 흰쥐에 1% 콜레스테롤 첨가군이 정상군 보다 유의하게 체중과 간의 무게가 증가되었다고 하였다. 본 실험의 결과도 상기보고와 유사한 경향으로 나타났다. 이는 신령버섯 균사체 배양액이 고콜레스테롤 섭취로 증가된 체중을 낮추는 효과가 나타나지 않았다. 식이섭취량은 정상군에 비해 각 실험군이 다소 낮은 경향이나 유의한 차이는 아니었다. 식이효율은 체중증가량과 비슷한 경향으로 정상군에 비해 각 식이군이 유의하게 증가되었다.

**장기 무게 변화**

6주간의 실험식이 급여한 결과 실험동물의 각 장기무게는 Table 3에 표시하였다. 체중 100 g 당 간과 부고환지방의 무

Table 3. The organ weights of male rats fed *Agaricus blazei* (AB) diets for 6 weeks (mg/100 g body weight)

Groups <sup>1)</sup>	Liver	kidney	EFP <sup>4)</sup>
Normal	2920±213 <sup>2)a</sup>	640±53 <sup>NS3)</sup>	748±89 <sup>a</sup>
Control	3691±360 <sup>b</sup>	644±87	936±120 <sup>b</sup>
30% AB	3762±322 <sup>b</sup>	662±51	925±125 <sup>b</sup>
40% AB	3851±350 <sup>b</sup>	662±54	920±109 <sup>b</sup>

<sup>1,2,3)</sup>See the legend of Table 2.

<sup>4)</sup>EFP: epididymal fat pad

<sup>a-b</sup>Values within a column with different superscripts letters are significantly different at p<0.05

게는 정상군에 비하여 고지방 식이군인 대조군, 30% 및 40% 신령버섯군이 유의하게 증가되었다. 선행연구[23,26,38]에서 콜레스테롤 첨가 식이군이 정상군 보다 간의 무게가 유의하게 증가되었다는 보고와 본 실험결과가 일치되며, 이는 실험 식이에 콜레스테롤 첨가로 간과 부고환지방에 지방 축적으로 비대(Table 4 참조)된 것으로 신령버섯 균사체 액체배양액이 간과 부고환지방의 비대를 억제하지는 못하였음을 의미한다. 신장의 무게는 정상군과 각 실험군이 비슷한 경향으로 고지방 식이에 의한 영향은 나타났다.

**간의 지질 농도 변화**

Table 4에 표시한 바와 같이 간의 총 지질, 중성지방 및 콜

Table 4. The hepatic lipid concentrations of rats fed *Agaricus blazei* (AB) diets for 6 weeks (mg/g of wet liver)

Groups <sup>1)</sup>	Total lipid	Cholesterol	Triglyceride
Normal	60.26±8.18 <sup>2)a</sup>	6.72±0.82 <sup>a</sup>	30.63±3.15 <sup>a</sup>
Control	169.24±20.95 <sup>b</sup>	19.92±2.11 <sup>b</sup>	81.36±15.65 <sup>b</sup>
30% AB	162.55±19.21 <sup>b</sup>	18.63±2.58 <sup>b</sup>	80.12±13.21 <sup>b</sup>
40% AB	170.11±22.32 <sup>b</sup>	19.08±3.01 <sup>b</sup>	78.55±14.61 <sup>b</sup>

<sup>1,2)</sup>See the legend of Table 2.

<sup>a-b</sup>Values within a column with different superscripts letters are significantly different at p<0.05

레스테롤 농도는 정상군에 비하여 고지방 식이를 급여한 대조군, 30% 및 40% 신령버섯군이 유의하게 증가되었다. 대조군과 30% 및 40% 신령버섯군이 비슷한 농도를 보여 신령버섯 균사체 배양액이 간의 중성지질 및 콜레스테롤 농도의 증가를 억제하지는 못하였다. 고지방이나 고콜레스테롤 식이를 급여한 동물의 간에 총 지질, 중성지질 및 콜레스테롤 농도가 증가되었다는 보고는 많다[1,15,23,38,40]. 그러나 Kim 등[10]은 표고, 느타리버섯 추출물을 쥐에 급여한바 간 콜레스테롤 농도를 낮추는 효과가 없었다고 하였고, 고콜레스테롤혈증 흰쥐에 동충하초 급여시 간의 중성지질과 콜레스테롤 농도를 감소시키는 효과가 나타나지 않았다는 보고[26]와 본 실험의 결과도 유사한 경향을 보였다.

**혈청의 지질농도 변화**

혈청의 지질농도는 Table 5 및 6과 같다. 혈청의 총 지질, 중성지질 및 콜레스테롤 농도는 정상군에 비하여 고지방을 섭취한 대조군이 유의한 차이가 나타나지 않았다. Park 등[31]은 20% 우지를 8주간 흰쥐에 급여한바 혈청의 중성지질 및 콜레스테롤 농도가 정상식이군과 유의한 차이를 보이지 않았다는 보고와 본 실험결과도 유사한 경향이었다. 혈청의 총 지질 농도는 대조군에 비해 40% 신령버섯군이 유의하게 감소되었고, 중성지질 농도는 대조군에 비해 40% 신령버섯군이 유의한 차이는 아니나 다소 감소되었다. 총 콜레스테롤 농도와 동맥경화지수는 대조군에 비해 30% 및 40% 신령버섯군이 유의하게 감소하여 40% 신령버섯의 균사체 배양액이

혈청의 총 지질과 총 콜레스테롤 농도 및 동맥경화지수를 감소시키는 효과가 있는 것으로 나타났다.

식용버섯의 콜레스테롤 저하효과에 대한 연구로 느타리버섯 추출물 섭취시 혈청 콜레스테롤이 감소되었다고 하였고 [22], 표고버섯에 함유된 *letinacin*과 *eritadenine*이 혈액 콜레스테롤을 낮추는 효과가 있고 또한 혈액순환을 원활히 하여 혈관계질환을 예방할 수 있다는 보고가 있다[35]. 영지버섯 열수추출액에 함유되어있는 다당체가 본태성 고혈압 흰쥐의 고혈압 치료효과와 더불어 혈청의 콜레스테롤 농도를 저하시켜 고지혈증을 개선시킨 다고 하였고[21], 동충하초가 고지방을 섭취한 쥐의 혈청의 콜레스테롤 및 중성지질을 낮추었다고 하였다[25].

Cheung [5]은 고콜레스테롤 식이에 풀버섯의 액체배양의 다당류인  $\beta$ -glucan을 1% 첨가한 식이로 2주간 사육한바 혈청의 총 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤 농도를 감소시키고, 변으로 배설되는 중성 스테롤의 양은 증가하고 반면 담즙산은 변화가 없음을 보여 다당류인  $\beta$ -glucan의 콜레스테롤 저하효과는 간에서 HMG-CoA reductase와 관련이 있음을 제시하였다. 수용성  $\beta$ -glucan은 쥐의 소장에서 micelles 형성을 방해하고 소장 mucosa의 물리적 특성을 변화시켜 콜레스테롤 흡수를 낮춘다고 하였다[10]. 본 실험결과도 또한 상기 보고들과 유사한 경향으로 신령버섯 균사체 발효액에 함유된 다당류와 식이섬유소가 소장에서 콜레스테롤과 중성지질의 흡수를 저해하여 혈중 콜레스테롤 농도를 낮추는 것이라 할 수 있다.

LDL-콜레스테롤 농도는 대조군에 비해 30% 및 40% 신령버섯군이 유의하게 감소되어 LDL-콜레스테롤 농도를 낮추는 효과가 있는 것으로 나타나 Cheung [5]의 보고와 유사하였다. 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤의 비율은 대조군에 비해 신령버섯군들이 유의하게 증가되어 정상군과 비슷한 수준으로 그 비율을 높이는 효과가 있는 것으로 나타났다. 그러나 HDL-콜레스테롤 농도는 대조군과 신령버섯군들이 비슷한 경향으로 HDL-콜레스테롤 농도를 증가시키는 효과는 나타나지 않았다. 동맥경화지수는 대조군에 비해 30% 및 40% 신령버섯군이 유의하게 감소되었다.

순환기계로부터 오는 성인병은 주로 LDL-콜레스테롤의

Table 5. The serum lipid concentrations of rats fed *Agaricus blazei* (AB) diets for 6 weeks (mg/dL)

Groups <sup>1)</sup>	Total lipid	Triglyceride	Phospholipid
Normal	430.9 ± 56.7 <sup>2b)</sup>	106.1 ± 20.0 <sup>N(53)</sup>	168.9 ± 25.4 <sup>b)</sup>
Control	444.2 ± 60.5 <sup>b)</sup>	126.2 ± 24.5	151.8 ± 23.2 <sup>ab)</sup>
30% AB	407.6 ± 50.2 <sup>ab)</sup>	127.9 ± 23.2	147.4 ± 23.5 <sup>ab)</sup>
40% AB	373.9 ± 40.5 <sup>a)</sup>	109.1 ± 21.3	136.0 ± 12.5 <sup>a)</sup>

<sup>1,2,3)</sup>See the legend of Table 2.

<sup>a,b)</sup>Values within a column with different superscripts letters are significantly different at p<0.05.

Table 6. The serum cholesterol concentrations and atherogenic index(AI) of rats fed *Agaricus blazei* (AB) diets for 6 weeks (mg/dl)

Groups <sup>1)</sup>	Cholesterol	HDL-C	LDL-C	HDL-C/T-C <sup>3)</sup>	AI <sup>4)</sup>
Normal	103.71 ± 15.30 <sup>2b)</sup>	27.34 ± 3.26 <sup>b)</sup>	55.14 ± 9.53 <sup>b)</sup>	26.36 ± 3.32 <sup>b)</sup>	2.79 ± 0.52 <sup>a)</sup>
Control	110.52 ± 16.63 <sup>b)</sup>	23.50 ± 3.54 <sup>a)</sup>	61.76 ± 9.87 <sup>b)</sup>	21.27 ± 5.45 <sup>a)</sup>	3.70 ± 0.69 <sup>b)</sup>
30% AB	83.41 ± 13.52 <sup>a)</sup>	22.58 ± 1.89 <sup>a)</sup>	35.24 ± 7.12 <sup>a)</sup>	27.07 ± 4.57 <sup>b)</sup>	2.69 ± 0.59 <sup>a)</sup>
40% AB	74.92 ± 12.82 <sup>a)</sup>	21.63 ± 1.05 <sup>a)</sup>	31.45 ± 6.33 <sup>a)</sup>	28.88 ± 4.55 <sup>b)</sup>	2.46 ± 0.60 <sup>a)</sup>

<sup>1,2)</sup>See the legend of Table 2.

<sup>3)</sup>HDL-C/T-C (%) = (HDL-cholesterol ÷ Total Cholesterol) × 100.

<sup>4)</sup>AI = (Total cholesterol - HDL-cholesterol) ÷ HDL-cholesterol.

<sup>a,b)</sup>Values within a column with different superscripts letters are significantly different at p<0.05

Table 7. Fecal weight and total lipid concentrations of rats fed *Agaricus blazei* (AB) diets for 6 weeks

Groups <sup>1)</sup>	Fecal wt. g/day	Fecal fat excretion	
		mg/g	mg/day
Normal	1.65 ± 0.11 <sup>2)a</sup>	70.1 ± 10.1 <sup>a</sup>	115.7 ± 17.5 <sup>a</sup>
Control	1.96 ± 0.28 <sup>b</sup>	115.6 ± 16.0 <sup>b</sup>	226.5 ± 32.7 <sup>b</sup>
30% AB	1.89 ± 0.20 <sup>b</sup>	130.9 ± 15.1 <sup>bc</sup>	247.5 ± 27.3 <sup>bc</sup>
40% AB	1.92 ± 0.23 <sup>b</sup>	142.4 ± 16.1 <sup>c</sup>	273.5 ± 33.5 <sup>c</sup>

<sup>1,2)</sup>See the legend of Table 2.

<sup>a-c</sup>Values within a column with different superscripts letters are significantly different at p<0.05.

함량으로 평가하고, 동맥경화에 의하여 발병되는 발병초기 지표로 동맥경화지수를 이용하고[14] 또한 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤의 비율은 개개의 지단백질 농도들 보다 심장질환의 위험정도를 잘 나타내 준다고 보고 되어있다 [18,24]. 본 실험결과 30% 및 40% 수준의 신령버섯 균사체 배양액 섭취로 순환기계 질환의 지표로 이용되는 LDL-콜레스테롤 농도 및 동맥경화지수를 낮추는 효과가 있고, 심장질환의 위험정도를 나타내는 총 콜레스테롤 농도에 대한 HDL-콜레스테롤 농도의 비율을 높이는 효과가 있어 혈청의 지질 농도를 개선하여 순환기질환의 예방효과가 있는 것으로 나타났다.

**분(糞) 배설량 및 지질 배설량**

신령버섯 균사체 액체배양액이 실험쥐의 분 배설량 및 지질 배설량에 미치는 영향을 조사한 바 Table 7과 같다. 분 배설량은 정상군에 비해 대조군 및 신령버섯군들이 유의하게 증가되었다. 분의 총 지질 배설량은 분의 g당이나 1일 총 배설량이 정상군에 비해 대조군이 유의하게 증가되었고, 또한 대조군에 비해 30% 신령버섯군은 다소 증가되었으나 40% 신령버섯군은 유의하게 증가되었다. 이는 신령버섯의 성분인 다당류나 섬유소가 장에서 지질흡수를 억제하여 분으로 지질 배설량을 증가시킨 것이라 할 수 있다.

**요 약**

신령버섯 균사체 액체배양액이 고콜레스테롤 식이를 섭취한 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향을 조사하고자, 생후 7주령의 숫쥐에 표준식이를 급여한 정상군, 표준식이에 15% 돈지와 0.5% 콜레스테롤을 첨가한 식이를 급여한 대조군, 대조식이에 신령버섯 균사체 액체배양액을 음료수에 30% 및 40%로 혼합 급여한 군(30% 및 40% 신령버섯군) 등 4군으로 나누어 6주간 사육한 결과는 다음과 같다. 실험동물의 체중 증가량, 식이섭취량 및 식이효율은 대조군과 30%와 40% 신령버섯군이 유사하였다. 간, 신장 및 부고환지방의 무게는 대조군과 신령버섯군들이 비슷하였다. 간의 콜레스테롤 농도,

간과 혈청의 중성지질 농도는 대조군과 신령버섯군들이 비슷한 수준으로 감소효과가 나타나지 않았다. 혈청의 총 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤 농도 및 동맥경화지수는 대조군에 비해 30% 및 40% 신령버섯군이 유의하게 감소되었다. 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤의 비율은 대조군에 비해 신령버섯군들이 유의하게 증가되었다. HDL-콜레스테롤 농도는 대조군과 신령버섯군들이 비슷한 수준으로 신령버섯 섭취에 따른 영향은 나타나지 않았다. 분으로 배설된 지방은 대조군에 비해 40% 신령버섯군이 유의하게 증가되었다. 이상의 결과로 보아 고콜레스테롤 식이를 급여한 흰쥐에 신령버섯 균사체 액체배양액을 30%나 40% 급여시 혈청의 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 농도 및 동맥경화지수를 낮추고, 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤의 비율을 증가시키는 것으로 나타났다.

**참 고 문 헌**

- Anderson, J. W., A. E. Jones and S. Riddell-Mason. 1994. Ten different dietary fibers have significantly different effects on serum and liver lipids of cholesterol-fed rats. *J. Nutr.* **124**, 78-83.
- Bobek, P., L. Ozdin and S. Galbavy. 1998. Dose-and time-dependent hypocholesterolemic effect of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) in rats. *Nutrition* **14**, 282-286.
- Bobek, P., L. Ozdin and L. Kuniak. 1997. Effect of oyster mushroom and isolated β-glucan on lipid peroxidation and on the activities of antioxidative enzymes in rats fed the cholesterol diet. *J. Nutr. Biochem.* **8**, 469-489.
- Chang, H. L., G. R. Chao, C. C. Chen and J. L. Mau. 2001. Non-volatile taste components of *Agaricus blazei*, *Antrodia camphorata* and *Cordyceps militaris* mycelia. *Food Chemistry* **74**, 203-207.
- Cheung, P. C. K. 1996. The hypocholesterolemic effect of extracellular polysaccharide from the submerged fermentation of mushroom. *Nutr. Res.* **16**, 1953-1957.
- Chibada, I., K. Okumura, S. Takeyama and A. Kotera. 1969. Lentinacin, a new hypocholesterolemic substance in *Lentinus edodes*. *Experientia* **25**, 1237-1242.
- Choi, J. M. and S. J. Koo. 2000. Effects of β-glucan from *Agaricus blazei* Murill on blood glucose and lipid composition in db/db mice. *Korean J. Food Sci. Technol.* **32**, 1418-1425.
- Choi, M. Y., S. S. Lim and T. Y. Chung. 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.
- Dong, Q., J. Yao, X. T. Yang and J. N. Fang. 2002. Structural characterization of water-soluble β-D-glucan from fruiting bodies of *Agaricus blazei* Murr. *Carbohydrate Research* **337**, 1417-1421.
- Ebihara K. and B. O. Schneeman. 1989. Interaction of bile acids, phospholipids, cholesterol and triglycerides with dietary fiber in the small intestine of rats. *J. Nutr.* **119**,

- 1100-1106.
11. Folch, J., M. Lees and G. S. H. Stanley. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J. Biol. Chem.* **226**, 497-509.
  12. Fridwald, W. T., R. I. Levy and D. S. Fedreison. 1979. Estimation of concentration of low density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin. Chem.* **18**, 499-508.
  13. Frings, C. S. and R. T. Dunn. 1970. A colorimetric method for determination of total serum lipid based on the sulfophospho-vanillin reaction. *Am. J. Clin. Path.* **53**, 89-91.
  14. Haglund, O., R. Loustarinen, R. Wallin, I. Wibell and T. Saldeen. 1991. The effect of fish oil on triglycerides, cholesterol, fibrinogen and malondialdehyde in humans supplemented with vitamin. *Eur. J. Nutr.* **121**, 165-172.
  15. Herman, S., A. D. Seiaotama, D. Karyadi and A. C. Beynen. 1991. Influence of background composition of the diet on the lipemic effect of fish oil versus oil in rats. *J. Nutr.* **121**, 622-630.
  16. Itoh, H., H. Amano and H. Noda. 1994. Inhibitory action of a (1→6)-β-D-glucan-protein complex isolated from *Agaricus blazei* Murril on metha fibrosarcoma-bearing mice and its antitumor mechanism. *Jpn. J. Pharmacol.* **66**, 265-271.
  17. Kabir, Y., S. Kimura and T. Tamura. 1988. Dietary effects of *Ganoderma lucidum* mushroom on blood pressure and lipid levels in spontaneously hypotensive rats (SHR). *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* **34**, 433-438.
  18. Kailash, P. 1999. Reduction of serum cholesterol and hypercholesterolemic atherosclerosis in rabbits by secoisolariciresinol diglucoside isolated from flaxseed. *Circulation* **99**, 1355-1362.
  19. Kawagish, H., R. Inagaki and T. Kanao. 1989. Fraction and antitumor activity of the water-insoluble residue of *Agaricus blazei* fruiting bodies. *Carbohydrate Research* **186**, 267-273.
  20. Kawagish, H., T. Kanao, R. Inagaki and T. Mizuno. 1990. Formolysis of a potent antitumor (1-6)-β-D-glucan-protein complex from *Agaricus blazei* fruiting bodies and antitumor activity of the resulting products. *Carbohydrate Polymers* **12**, 393-403.
  21. Kim, B. K., G. G. Shin, B. S. Jeon and J. Y. Cha. 2001. Cholesterol-lowering effect of mushrooms powder in hyperlipidemic rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **30**, 510-515.
  22. Kim, G. H. and H. K. Han. 1998. The effect of mushroom extracts on carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity in rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **27**, 326-332.
  23. Kim, S. K., S. Rhee, I. K. Rhee, G. J. Joo and H. P. Ha. 1998. Effects of dietary xylooligosaccharide on lipid levels of serum in rats fed high cholesterol diet. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **27**, 945-951.
  24. Kinoshian, B., H. Glick, L. Preiss and K. I. Puder. 1995. Cholesterol and coronary heart disease: predicting risk in men by changes in levels and ratios. *J. Invest. Med.* **43**, 443-450.
  25. Koh, J. B. 2002. Effect of *Cordyceps militaris* on lipid metabolism, protein levels and enzyme activities in rats fed high fat diet. *Korean J. Nutrition* **35**, 414-420.
  26. Koh, J. B. and M. A. Choi. 2001. Effect of *Cordyceps militaris* on lipid metabolism in rats fed cholesterol diet. *Korean J. Nutrition* **34**, 265-270.
  27. Koh, J. B. and M. A. Choi. 2003. Effect of *Paecilomyces japonica* on lipid metabolism in rats fed high fat diet. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **32**, 238-243.
  28. Menoli, R. C. R. N., M. S. Mantovani, L. R. Ribeiro, G. Speit and B. Q. Jordao. 2001. Antimutagenic effects of the mushroom *Agaricus blazei* Murrill extracts on V79 cells. *Mutation Research* **496**, 5-13.
  29. Mizuno, T., T. Hagiwara, T. Nakamura, H. Ito, K. Shimura and T. Sumiya. 1990. Antitumor activity and some properties of water soluble polysaccharides from the fruiting body of *Agaricus blazei* Murril. *Agric. Biol. Chem.* **54**, 2889-2896.
  30. Mizuno, T., R. Inagaki, T. Kanao and T. Hagiwara. 1990. Antitumor activity and some properties of water-insoluble hetero-glucans from "Himematsutake" the fruiting body of *Agaricus blazei* Murril. *Agric. Biol. Chem.* **54**, 2897-2905.
  31. Park, Y. J. and Y. J. Park. 1997. Effect of high fat and high cholesterol diet on kidney function. *Korean J. Nutrition* **30**, 187-194.
  32. Pella, D. and R. Rybar. 1997. *Pleurotus ostreatus*-effective hypolipidaemic agent. *Atherosclerosis* **134**, 332-338.
  33. Reeves, P. G., F. H. Nielsen and G. C. Fahey. 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.
  34. Schectman, G., M. Patsches and E. A. Sasse. 1996. Variability in cholesterol of measurements: comparison of calculated and direct LDL cholesterol determinations. *Clin. Chem.* **42**, 732-737.
  35. Sugiyama, K., T. Akachi and A. Yamakawa. 1995. Hypocholesterolemic action of eritadenine is mediated by a modification of hepatic phospholipid metabolism in rat. *J. Nutr.* **125**, 2134-2140.
  36. Sung, J. M., Y. B. Yoo and D. Y. Cha. 1998. *Mushroom*. pp. 3-10, Kyohaksa. Seoul.
  37. Warnick, G. R., R. H. Knoopp, V. Fitzpatrick, L. Branson. 1990. Estimating low density lipoprotein cholesterol by the Friedewald equation is adequate for classifying patient on the basis of nationally recommended cut points. *Clin. Chem.* **36**, 15-19.
  38. Yamakoshi, J., M. K. Piskula, T. Izumi, K. Tobe, M. Saito, S. Kataoka, A. Obata and M. Kikuchi. 2000. Isoflavone aglycone-rich extract without soy protein attenuates atherosclerosis development in cholesterol-fed rabbits. *J. Nutr.* **130**, 1887-1893.
  39. Yoshiaki, F., K. Hidekazu, O. Koichi, S. Ryo and E. Takusaburo. 1998. Tumorcidal activity of high molecular weight polysaccharides derived from *Agaricus blazei* via oral administration in the mouse tumor model. *Nippon Shokuhim. Kagaku Kaishi* **45**, 246-252.
  40. Zhang, X., J. A. Joles, H. A. Koomans, A. Van Tol and A. C. Beynen. 1992. Excessive cholesterolemic response in albuminemic rats fed a cholesterol-rich diet containing casein. *J. Nutr.* **122**, 520-527.