

신령버섯 균사체 배양액이 흰쥐의 성장률, 지질과 단백질 농도 및 효소활성에 미치는 영향

고진복

신라대학교 생명과학과

Effects of Liquid Culture of *Agaricus blazei* Murill on Growth, Lipid and Protein Levels, and Enzyme Activities in Rats

Jin-Bog Koh

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

Abstract

The effects of liquid culture of *Agaricus blazei* Murill on the body weight gain, lipid metabolism, protein levels, and enzyme activities were studied in growing male rats. Sprague-Dawley rats were divided into three groups; control group (*A. blazei* free water), 20 or 30% *A. blazei* groups (20 or 30% *A. blazei* in water) according to the levels of *A. blazei* supplementation. The rats were fed *ad libitum* each of the experimental beverage for 5 weeks. The body weight gain, food intake, food efficiency ratio, and organ weight of the 20 or 30% *A. blazei* groups were similar to those of the control group. There were no differences in the concentrations of triglyceride, total cholesterol, HDL-cholesterol, total protein and albumin, and the activities of GOT, GPT, LDH and alkaline phosphatase of the serum among the experimental groups. The calcium and phosphorus concentrations of serum in the 20 or 30% *A. blazei* group were significantly decreased compared with those of the control group. The concentrations of LDL-cholesterol and the atherogenic index of the 20 or 30% *A. blazei* groups were significantly lower than those of the control group, but the serum HDL-cholesterol/total cholesterol ratio was higher. These results showed that the 20 or 30% *A. blazei* feeding decreased the LDL-cholesterol and the atherogenic index, and increased HDL-cholesterol/total cholesterol ratio in serum of rats.

Key words: *Agaricus blazei*, LDL-cholesterol, atherogenic index, protein, enzyme activities

서론

담자균류(Basidiomycota)에 속하는 신령버섯(*A. blazei* Murill)은 브라질의 산간지역에서 자생하는 버섯으로 겉모양은 양송이(*A. bisporus*)와 비슷하지만 버섯대가 길고 두꺼우며 강한 향기를 가지고 있는 것이 특징이다. 신령버섯은 전통적으로 건강보조식품이나 민간 치료약으로 이용되었으며, 많은 연구자들에 의하여 신령버섯의 구성성분인 스테로이드(1,2), 핵산과 아미노산(3), 수용성 β -D-glucan의 구조적 특성(4), 항종양 활성이 있는 것으로 알려진 여러 종류의 다당류(5-8) 등이 보고되었다. 신령버섯의 일반성분은 균사체는 수분 10.76%, 단백질 15.6%, 탄수화물 42.4%, 섬유질 26.4%, 회분 5.9%, 지방질 9.68%를 함유하고(3), 자실체는 수분 85~87%, 건조한 버섯은 단백질 40~45%, 탄수화물 38~45%, 섬유질 6~8%, 회분 5~7%, 지방질 3~4%로 당질과 단백질이 풍부한 버섯이며, 이외에도 스테롤, 아미노산, 비타민, 무기질, 핵산 등이 함유되어 있다(6).

신령버섯의 다당류가 항종양(5-11), 및 항돌연변이(12,13) 효과가 있고, β -glucan이 당뇨쥐의 혈당과 중성지방을 낮추고(14), 자실체 분말이 콜레스테롤 저하(15) 효과 등의 약리작용이 있는 것으로 알려져 있다. 이상의 연구내용에서 신령버섯의 자실체에 대하여 다양한 약리작용이 알려지고 또한 만성적인 성인병의 예방이나 치료제로 이용되고 있으나, 이 버섯의 균사체 액체배양액의 생리활성에 미치는 연구는 드문 실정이다.

이에 본 연구는 신령버섯의 균사체 액체배양액을 기능성 음료로 이용할 때 그 섭취수준이 생리활성에 미치는 영향을 검토하고자 생후 7주령의 숫컷 흰쥐를 대상으로 하여 신령버섯의 균사체 액체배양액을 20%와 30%로 음료수에 혼합하여 5주간 급여하고, 체중증가, 장기무게, 식이효율, 간과 혈청의 지질 농도, 단백질 농도, 간 질환과 관련이 있는 효소 활성 및 신령버섯에 함유된 섬유소나 다당류가 칼슘과 인 및 마그네슘의 흡수에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

실험동물의 식이 및 사육

본 대학 실험실에서 고휘사료(삼양유지사료)로 사육한 생후 7주령의 Sprague-Dawley계 흰쥐를 표준사료로 1주일 동안 적응시킨 후, 평균체중이 255.3 ± 20.2 g의 수컷을 8마리씩 3군으로 나누어 실험동물로 사용하였다. 실험식이의 조성은 corn starch 52.95%, sucrose 10%, casein 20%, corn oil 7.0%, DL-methionine 0.3%, choline bitartrate 0.25%, cellulose 5.0%, AIN 93-MX mineral mix.(16) 3.5%, AIN 93-VX vitamin mix.(16) 1.0%로 하였다.

기능성음료를 성인이 보통 1일 200~300 mL 섭취하는 것을 기준으로 하여 신령버섯의 균사체 액체배양액을 20% 및 30% 수준으로 정하였다. 실험군은 대조식이군과 대조식이와 신령버섯의 균사체 액체배양액을 음료수에 20%와 30%씩 혼합 급여한 군 등 3군으로 나누고 각 실험 음료로 5주간 사육하였다. 사육실의 조건은 온도 $22 \pm 2^\circ\text{C}$, 습도 50~60%로 유지시키고, 명암은 12시간(7:00~19:00)을 주기로 자동 조절 되었으며, 실험음료와 식이는 자유 급식하였다.

신령버섯 균사체 액체배양액

KBF(주)에서 인공배양한 신령버섯(*A. blazei* Murill)의 균사체 액체배양액을 거체로 여과하고 105°C 에서 90분 동안 고압증기멸균한 후 -20°C 에 보관하며 시료로 사용하였다.

체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율 측정

실험기간 동안의 식이는 매일 오후 4시에 일정량을 일괄 급여하고, 체중은 1주에 한번씩 일정한 시간에 측정하였다. 식이섭취량의 오차를 최소화하고자 손실량을 측정하여 보정하였다. 식이효율은 실험 전 기간의 체중증가량을 같은 기간 동안에 섭취한 식이량으로 나누어 다음과 같이 산출하였다.

$$\text{식이효율(food efficiency ratio; FER)} = \frac{\text{체중증가량(g)}}{\text{식이섭취량(g)} \times 100}$$

시료채취 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 분석시료로 사용하였다. 장기는 채혈 후 즉시 떼어 생리 식염수로 혈액을 씻은 다음 무게를 측정하였다. 혈액의 hem-

atocrit 치는 microhematocrit 법(17), hemoglobin은 cyanmethemoglobin 법(18)으로 측정하였고, 혈청의 중성지질, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 혈당, 단백질, 알부민, 칼슘, 무기인, 마그네슘 농도 및 glutamic pyruvic transaminase, glutamic oxaloacetic transaminase, lactic dehydrogenase, alkaline phosphatase의 활성은 자동생화학분석기(Autoanalyzer 900S, Germany)로 측정하였다. LDL 콜레스테롤 농도는 혈청의 중성지질 농도가 300 mg/dL 미만이면 Fridwald 공식이 적합하다고 하여(19,20) Fridwald 등(21)에 의한 계산법으로 산출하였다. 즉 LDL-cholesterol = total-cholesterol - (HDL-cholesterol + triglyceride \div 5), 동맥경화지수(atherogenic index: AI)는 Haglund 등(22)의 방법에 따라서 AI = (total cholesterol - HDL-cholesterol)/HDL-cholesterol 식으로 계산하였다. 간의 지질은 Folch 법(23)으로 추출하여 지질측정용으로 사용하였다. 간의 총 지질은 phospho-vanillin 법(24), 중성지질(영연화학, Japan), 총 콜레스테롤(영연화학, Japan) 농도는 각각의 측정용 kit 시약으로 측정하였다.

통계처리

본 연구의 실험결과는 평균치와 표준편차로 나타내었고, 각 실험 군간의 유의성 검정은 $p < 0.05$ 수준에서 Student's t-test를 이용하여 상호 비교하였다.

결과 및 고찰

체중증가량, 식이섭취량, 식이효율 및 장기무게

20% 및 30% 신령버섯 균사체 액체배양액(신령버섯군) 음료를 성장기 흰쥐에 5주간 급여한 결과 체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율은 Table 1과 같다. 체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율은 대조군과 각 수준별 신령버섯군이 비슷한 수준을 보였다. 간, 신장, 비장, 췌장 및 심장의 무게는 Table 2와 같다 총 장기의 무게나 체중 100 g 당 간, 비장 및 췌장의 무게는 대조군과 20% 및 30% 신령버섯군이 비슷한 경향으로, 신령버섯 음료섭취에 따른 체중증가량, 식이섭취량, 식이효율 및 각 장기의 무게의 변화에는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

간의 지질농도 변화

신령버섯 음료의 급여 수준이 간의 지질농도에 미치는 영

Table 1. The body weight gain, food intake and food efficiency ratio (FER) of male rats fed *Agaricus blazei* Murill for 35 days

Groups ¹⁾	Body weight gains (g)			Food intake (g/day)	FER (%)
	Initial	Final	Gains		
Normal	$256.1 \pm 24.8^{2)NS}$	$422.5 \pm 17.7^{NS3)}$	166.4 ± 21.0^{NS}	23.00 ± 2.99^{NS}	21.10 ± 1.93^{NS}
20% <i>Agaricus</i>	255.0 ± 19.4	419.5 ± 23.6	164.5 ± 16.1	21.81 ± 2.23	21.54 ± 2.23
30% <i>Agaricus</i>	254.9 ± 19.4	423.5 ± 23.7	167.5 ± 21.4	22.78 ± 1.90	20.99 ± 2.28

¹⁾Normal = normal diet group, 20% or 30% Aga = 20% or 30% liquid culture of *Agaricus blazei* mixed with water.

²⁾All values are mean \pm SD (n=6). ³⁾Not significant.

Table 2. The organ weights of male rats

Groups ¹⁾	Liver	kidney	Spleen	Pancreas	Heart
g/whole organ weight					
Normal	13.41 ± 1.852 ^{2)NS}	2.93 ± 0.19 ^{NS3)}	0.79 ± 0.09 ^{NS}	0.72 ± 0.09 ^{NS}	1.14 ± 0.08 ^{NS}
20% <i>Agaricus</i>	13.33 ± 0.87	2.77 ± 0.14	0.87 ± 0.16	0.71 ± 0.15	1.08 ± 0.08
30% <i>Agaricus</i>	13.73 ± 1.43	2.76 ± 0.32	0.88 ± 0.10	0.77 ± 0.21	1.09 ± 0.09
mg/100 g body weight					
Normal	3173 ± 362	693 ± 36	186 ± 21	170 ± 22	269 ± 17
20% <i>Agaricus</i>	2939 ± 255	667 ± 33	207 ± 33	169 ± 48	257 ± 15
30% <i>Agaricus</i>	3240 ± 269	651 ± 49	208 ± 19	180 ± 41	256 ± 18

¹⁻³⁾See the legend of Table 1.

향을 조사한 바 Table 3과 같다.

간의 총 지질 농도는 대조군 72.23 ± 10.49 mg/g에 비해 20% 및 30% 신령버섯균은 각각 78.00 ± 12.25 mg/g 및 79.78 ± 13.70 mg/g으로 유의한 수준은 아니지만 증가하는 경향을 나타내었다. 간의 콜레스테롤과 중성지질의 농도는 대조군과 각 수준별 신령버섯균이 유의한 차이를 보이지 않았다. Sugiyama 등(15)은 Wistar 계 숫쥐에 고콜레스테롤 식이에 5%의 신령버섯 자실체분말을 2주간 급여한 바 식이섭취량의 감소와 체중증가량이 낮았고, 간의 콜레스테롤과 중성지질의 농도가 유의하게 감소되었다는 보고와 본 실험결과와 차이를 보였음은 식이 조성의 차이에서 오는 것이라 할 수 있다. Koh(25,26)는 표준식이에 2% 동충하초 자실체 및 균사체 분말을 첨가한 식이로 5주간 사육한 바 간의 콜레스테롤과 중성지질의 농도는 대조군과 비슷한 수준으로 간의 지질 농도에는 영향이 없었다는 보고와 본 실험의 결과도 유사한 경향으로 표준식이에 신령버섯 음료를 급여하여도 간의 지질 농도에는 영향이 없음을 알 수 있다.

혈청의 지질 농도 변화

혈청의 지질 농도 변화는 Table 4와 같다. 혈청의 총 콜레스테롤 농도는 대조군에 비하여 각 수준별 신령버섯균이 다소 감소되었으나 유의한 차이는 아니었다. 혈청의 중성지질

및 HDL-콜레스테롤 농도는 대조군과 각 수준별 신령버섯균이 비슷한 경향으로 간에서나 혈청의 총 콜레스테롤과 중성지질 농도는 20% 및 30% 수준의 신령버섯 균사체 배양액 섭취에 따른 영향은 나타나지 않았다. 혈청의 LDL-콜레스테롤 농도 및 동맥경화지수는 대조군에 비해 각 수준별 신령버섯균이 유의하게 감소되었다. 총 콜레스테롤 농도에 대한 HDL-콜레스테롤 농도의 비율은 대조군에 비해 신령버섯균들이 유의하게 증가하였다.

Cheung(27)은 고콜레스테롤 식이에 풀버섯 액체배양액의 다당류인 β-glucan을 1% 첨가한 식이로 2주간 사육한 바 혈청의 총 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤 농도를 감소시키고, 변으로 배설되는 중성 스테롤의 양은 증가하고 반면 담즙산은 변화가 없음을 보여 다당류인 β-glucan의 콜레스테롤 저하효과는 간에서 HMG-CoA reductase와 관련이 있음을 제시하였다. Ebihara 등(28)은 수용성 β-glucan은 쥐의 소장에서 micelles 형성을 방해하고 소장 mucosa의 물리적 특성을 변화시켜 콜레스테롤 흡수를 낮춘다고 하였다. 본 실험에 사용한 신령버섯 균사체 배양액에 함유된 다당류인 β-glucan이 LDL-콜레스테롤을 감소시키는 것으로 생각된다.

순환기계로부터 오는 성인병은 주로 LDL-콜레스테롤의 함량으로 평가하고, 동맥경화에 의하여 발병되는 발병초기 지표로 동맥경화지수를 이용하고(22), 또한 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤의 비율은 개개의 지단백 농도들보다 심장질환의 위험정도를 더 확연히 나타내 준다고 보고된 바 있다(29,30). 본 실험결과 20% 및 30% 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-

Table 3. The liver lipid concentrations of male rats

Groups ¹⁾	(mg/g of wet liver)		
	Total lipid	Cholesterol	Triglyceride
Normal	72.23 ± 10.49 ^{2)NS}	4.43 ± 0.52 ^{NS3)}	35.33 ± 4.75 ^{NS}
20% <i>Agaricus</i>	78.00 ± 12.25	4.62 ± 0.50	34.96 ± 5.18
30% <i>Agaricus</i>	79.78 ± 13.70	4.55 ± 0.69	37.24 ± 3.57

¹⁻³⁾See the legend of Table 2.

Table 4. The serum lipid concentrations of male rats

Groups ¹⁾	(mg/dL)					
	Triglyceride	Cholesterol	HDL-C	LDL-C	HDL-C/T-C ⁴⁾	AI ⁵⁾
Normal	112.6 ± 16.1 ^{2)NS}	90.72 ± 16.22 ^{NS3)}	28.36 ± 3.11 ^{NS}	39.84 ± 7.11 ^{a6)}	31.22 ± 2.18 ^a	2.20 ± 0.36 ^a
20% <i>Agaricus</i>	102.1 ± 19.2	80.72 ± 16.22	30.55 ± 3.41	29.75 ± 6.39 ^b	37.84 ± 1.91 ^b	1.64 ± 0.19 ^b
30% <i>Agaricus</i>	116.4 ± 18.6	81.89 ± 12.90	30.39 ± 2.89	28.21 ± 6.46 ^b	37.14 ± 3.73 ^b	1.69 ± 0.33 ^b

¹⁻³⁾See the legend of Table 2.

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

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

⁶⁾Values within a column with different superscripts are significantly different at p<0.05.

Table 5. The concentrations of protein, glucose, hemoglobin and hematocrit of male rats

Groups ¹⁾	Serum g/dL			Hemoglobin (g/dL)	Hematocrit (%)	Glucose (mg/dL)
	Total protein	Albumin	A/G ratio			
Normal	6.55 ± 0.13 ^{2)NS}	3.76 ± 0.10 ^{NS3)}	1.34 ± 0.06 ^{NS}	16.53 ± 0.60 ^{NS}	49.58 ± 1.81 ^{NS}	204.9 ± 38.4 ^{NS}
20% <i>Agaricus</i>	6.31 ± 0.17	3.67 ± 0.10	1.39 ± 0.09	16.29 ± 0.56	48.86 ± 1.69	197.7 ± 18.5
30% <i>Agaricus</i>	6.32 ± 0.16	3.57 ± 0.09	1.30 ± 0.04	16.52 ± 0.44	49.56 ± 1.31	215.5 ± 32.5

¹⁻³⁾See the legend of Table 1.

Table 6. The serum mineral concentrations of male rats (mg/dL)

Groups ¹⁾	Calcium	Phosphorus	Magnesium
Normal	11.74 ± 0.59 ^{2)a}	8.35 ± 0.53 ^a	3.24 ± 0.40 ^{NS3)}
20% <i>Agaricus</i>	9.97 ± 0.48 ^{b4)}	7.22 ± 0.34 ^b	3.19 ± 0.44
30% <i>Agaricus</i>	9.46 ± 0.26 ^b	7.22 ± 0.86 ^b	2.93 ± 0.53

¹⁻³⁾See the legend of Table 1.

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

콜레스테롤 농도의 비율을 높이는 효과가 있어 순환기질환의 예방효과가 있는 것으로 나타났다.

혈청의 단백질, 혈당, 혈색소 농도 및 헤마토크리트 치 신령버섯 균사체 배양액이 혈청의 단백질, 혈당, 혈색소 농도 및 헤마토크리트 치에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 5와 같다. 혈청의 총 단백질과 알부민 농도 및 알부민과 글로불린 비율은 대조군과 각 수준별 신령버섯 음료군이 비슷한 경향으로 정상 수준(31,32)을 유지하였다. 혈색소 농도 및 헤마토크리트 치는 대조군과 각 수준별 신령버섯 음료군이 유사한 경향으로 정상 수준(31,32)을 유지하여 20% 및 30% 수준의 신령버섯 균사체 배양액 섭취에 따른 혈당과 혈색소 농도에는 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

혈청의 칼슘, 무기인 및 마그네슘 농도

신령버섯에 함유된 다당류나 섬유소가 무기질 흡수에 미치는 영향을 조사하고자 혈청의 칼슘, 무기인 및 마그네슘 농도를 측정된 결과는 Table 6과 같다. 혈청의 칼슘과 인의 농도는 대조군에 비해 20%와 30% 신령버섯 음료군이 유의하게 감소하였다. 마그네슘의 농도는 대조군과 각 수준별 신령버섯 음료군이 큰 차이를 보이지 않았다.

Torre 등(33)은 곡류나 과일에 함유된 자연섬유소가 칼슘의 흡수를 저하시킨다고 보고하였고, Kim 등(34)은 10% 수준의 차전자피 섬유소를 급여한바 혈청의 칼슘과 인의 농도가 감소되었다고 하였다. 상기보고(33,34)로 미루어 보아 신

령버섯에 함유된 섬유소가 칼슘과 인의 흡수를 저해하여 혈중 칼슘과 인이 감소된 것이라 할 수 있다.

혈청의 효소활성

신령버섯 음료가 흰쥐의 간에 미치는 영향을 조사하고자 간 질환과 관련이 있는 효소활성을 측정된 결과는 Table 7과 같다. 혈청의 glutamic oxaloacetic transaminase(GOT), glutamic pyruvic transaminase (GPT), lactic acid dehydrogenase(LDH) 및 alkaline phosphatase의 활성은 대조군과 각 수준별 신령버섯 음료군이 비슷한 경향으로 나타났다.

임상에서 GPT 및 GOT는 간세포에 다량 존재하는 효소로 간 손상시 세포 외로 다량 유출되어 혈액에 증가됨으로서 간 손상의 지표로 이용되는 효소이다. 혈청 LDH는 체내 혐기적 해당계의 최종단계에서 산화·환원반응에 관여하는 효소로 급성간염, 초기간염, 심근경색, 악성빈혈, 백혈병 등에서 현저하게 상승하는 효소이다. 체내에서 ALP는 여러 가지 인산 에스터를 분리시키고 골격 내에서 석회화를 촉진시키며 장내에서는 인 흡수 등에 관여하는 효소로 특히 골질환, 간이나 담도질환, 임신 및 악성종양 등에서 활성치가 상승한다고 하였다(35).

본 실험 결과 20% 및 30% 수준의 신령버섯 균사체 배양액 섭취시 GPT, GOT, LDH 및 ALP 활성치가 대조군과 유사한 경향으로 나타났음은 신령버섯 균사체 배양액이 이러한 효소활성에 특별한 영향을 주지 않음을 알 수 있다.

요 약

신령버섯의 균사체 배양액이 성장기 흰쥐에 미치는 영향을 관찰하고자 생후 7주령의 흰쥐 수컷을 대상으로 음료수에 20% 및 30% 수준으로 신령버섯 균사체 배양액을 혼합하여 5주간 급여하고 성장률, 식이섭취량, 식이효율, 장기의 무게, 간과 혈청의 지질 농도, 혈청의 단백질 농도 및 효소 활성을 조사한 결과는 다음과 같다. 체중증가량, 식이섭취량, 식이

Table 7. The glutamic pyruvic transaminase (GPT), glutamic oxaloacetic transaminase (GOT), lactic dehydrogenase (LDH) and alkaline phosphatase (ALP), activities in serum of male rats (IU/L)

Groups ¹⁾	GOT	GPT	LDH	ALP
Normal	104.6 ± 8.1 ^{2)NS3)}	38.16 ± 4.80 ^{a4)}	1718 ± 263 ^{NS}	299.8 ± 27.7 ^{NS}
20% <i>Agaricus</i>	100.5 ± 11.7	43.97 ± 5.09 ^a	1663 ± 154	277.1 ± 38.3
30% <i>Agaricus</i>	116.9 ± 17.5	42.25 ± 5.18 ^b	1669 ± 364	275.5 ± 23.3

¹⁻³⁾See the legend of Table 1.

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

효율 및 장기의 무게는 대조군과 신령버섯 음료군들이 유의한 차이를 보이지 않았다. 간과 혈청의 중성지질과 콜레스테롤 농도 및 혈청의 HDL-콜레스테롤 농도는 대조군과 신령버섯 음료군들이 비슷한 수준으로 나타났다. 혈청의 LDL-콜레스테롤 농도 및 동맥경화지수는 대조군에 비해 신령버섯 음료군들이 유의하게 감소되었다. 혈청의 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤의 비율은 대조군에 비해 신령버섯 음료군들이 유의하게 증가되었다. 혈청의 총 단백질, 알부민, 혈당, 혈색소, 마그네슘 등의 농도는 각 수준별 신령버섯 음료군이 대조군과 비슷한 농도로 신령버섯 음료 섭취에 따른 영향은 나타나지 않았다. 혈청의 GPT, GOT, LDH 및 ALP 등의 활성도 신령버섯 음료 섭취에 따른 영향은 나타나지 않았다. 혈청의 칼슘과 인의 농도는 대조군에 비해 신령버섯 음료군들이 유의하게 감소되었다. 이상의 결과로 보아 성장기 흰쥐에 신령버섯 균사체 배양액을 20% 및 30% 수준으로 급여시 성장률, 간과 혈청의 콜레스테롤 및 중성지질 농도, 단백질 농도 및 효소 활성은 정상수준을 유지하였고, 혈청의 LDL 콜레스테롤 농도 및 동맥경화지수를 낮추는 효과가 있고, 혈청의 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤의 비율을 높여주는 효과가 있는 것으로 나타났다.

문 헌

1. Kawagishi H, Kasumi R, Sazawa T, Mizuno T, Hagiwara T, Nakamura T. 1988. Cytotoxic steroids from the mushroom *Agaricus blazei*. *Phytochemistry* 27: 2777-2779.
2. Takaku T, Kimura Y, Okuda J. 2001. Isolation of an anti-tumor compound from *Agaricus blazei* Murrill and its mechanism of action. *J Nutr* 131: 1409-1413.
3. Chang HL, Chao GR, Chen CC, Mau JL. 2001. Non-volatile taste components of *Agaricus blazei*, *Antrodia camphorata* and *Cordyceps militaris* mycelia. *Food Chemistry* 74: 203-207.
4. Dong Q, Yao J, Yang XT, Fang JN. 2002. Structural characterization of a water-soluble β -D-glucan from fruiting bodies of *Agaricus blazei* Murr. *Carbohydrate Research* 337: 1417-1421.
5. Kawagishi H, Inagaki R, Kanao T. 1989. Fraction and anti-tumor activity of the water-insoluble residue of *Agaricus blazei* fruiting bodies. *Carbohydrate Research* 186: 267-273.
6. Mizuno T, Hagiwara Y, Sumiya T. 1990. Antitumor activity and some properties of water soluble polysaccharides from the fruiting body of *Agaricus blazei* Murrill. *Agric Biol Chem* 54: 2889-2896.
7. Mizuno T, Inagaki R, Kanao T, Hagiwara T. 1990. Antitumor activity and some properties of water-insoluble heteroglucans from "Himematsutake" the fruiting body of *Agaricus blazei* Murrill. *Agric Biol Chem* 54: 2897-2905.
8. Ku HO, Kim IC, Lee YS. 1999. Resistance effects on the infection of *Staphylococcus aureus* and the growth of *Sarcorna* 180 cell by polysaccharide separated from in mice. *Korean J Lab Anim Sci* 15: 155-158.
9. Itoh H, Amano H, Noda H. 1994. Inhibitory action of a (1 \rightarrow 6)- β -D-glucan-protein complex isolated from *Agaricus blazei* Murrill on metha fibrosarcoma-bearing mice and its antitumor mechanism. *Jpn J Pharmacol* 66: 265-271.
10. Yoshiaki F, Hidekazu K, Koichi O, Ryo S, Takusaburo E.

1998. Tumoricidal activity of high molecular weight polysaccharides derived from *Agaricus blazei* via oral administration in the mouse tumor model. *Nippon Shokuhin Kagaku Kaishi* 45: 246-252.
11. Fujimiya Y, Suzuki Y, Katakura R, Ebina T. 1999. Tumor-specific cytotoxic and immunopotentiating effects of relatively low molecular weight products derived from the basidiomycete, *Agaricus blazei* Murrill. *Anticancer Res* 19: 113-118.
12. Menoli RCRN, Mantovani MS, Ribeiro LR, Speit G, Jordao BQ. 2001. Antimutagenic effects of the mushroom *Agaricus blazei* Murrill extracts on V79 cells. *Mutation Research* 496: 5-13.
13. Ji JH, Kim MN, Choi KP, Chung CK, Ham SS. 2000. Antimutagenic and cytotoxicity effects of *Agaricus blazei* Murrill extracts. *Korean J Food Sci Technol* 32: 1371-1378.
14. Choi JM, Koo SJ. 2000. Effects of β -glucan from *Agaricus blazei* Murrill on blood glucose and lipid composition in db/db mice. *Korean J Food Sci Technol* 32: 1418-1425.
15. Sugiyama K, Saeki S, Ishiguro Y. 1992. Hypercholesterolemic activity of ninyotake (*Polyporus conflouens*) mushroom in rats. *J Jpn Soc Nutr Food Sci* 45: 265-270.
16. 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.
17. Medical Laboratory. 1969. *Technology and Clinical Pathology*. 2th ed. WB. Saunders Co., Philadelphia. p 673.
18. Davidson I, Henry JB. 1966. *Todd-Sanford clinical diagnosis by laboratory methods*. 13th ed. WB. Saunders Co., Philadelphia. p 73-75.
19. Warnick GR, Knoopp RH, Fitzpatrick V, Branson L. 1990. Estimating low density lipoprotein cholesterol by the Friedewald equation is adequate for classifying patient on the basis of nationally recommended cutpoints. *Clin Chem* 36: 15-19.
20. Schectman G, Patsches M, Sasse EA. 1996. Variability in cholesterol of measurements: comparison of calculated and direct LDL cholesterol determinations. *Clin Chem* 42: 732-737.
21. Friedwald WT, Levy RI, Fedreicson DS. 1979. Estimation of the concentration of low density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 18: 499-508.
22. 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.
23. 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.
24. Frings CS, Dunn RT. 1970. A colorimetric method for determination of total serum lipid based on the sulfo-phosphovanillin reaction. *Am J Clin Path* 53: 89-91.
25. 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.
26. 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: 65-69.
27. Cheung PCK. 1996. The hypocholesterolemic effect of extracellular polysaccharide from the submerged fermentation of mushroom. *Nutr Res* 16: 1953-1957.
28. Ebihara K, Schnceman BO. 1989. Interaction of bile acids, phospholipids, cholesterol and triglycerides with dietary

- fiber in the small intestine of rats. *J Nutr* 119: 1100-1106.
29. Kinosian B, Glick H, Preiss L, Puder KI. 1995. Cholesterol and coronary heart disease: predicting risk in men by changes in levels and ratios. *J Invest Med* 43: 443-450.
30. Kailash P. 1999. Reduction of serum cholesterol and hypercholesterolemic atherosclerosis in rabbits by secoisolaricresinol diglucoside isolated from flaxseed. *Circulation* 99: 1355-1362.
31. 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: 71-78.
32. Kang BH, Son HY, Ha CS, Lee HS, Song SW. 1995. Reference value of hematology and serum chemistry in Kc: Sprague-Dawley rats. *Korean J Lab Ani Sci* 11: 141-145.
33. Torre M, Roddriguez AR, Saura FC. 1991. Effects of dietary fiber and phytic acid on mineral availability. *Crit Rev Food Sci Nutr* 1: 1-22.
34. Kim JY, Koh JB. 2003. Effects of fibers and lipid levels on mineral concentrations in ethanol-treated rats. *J Nat Sci Silla Univ* 11: 1-11.
35. Burtis CA, Ashwood ER. 1999. *Tietz Textbook of Clinical Chemistry*. 3th ed. WB. Saunders Co., Philadelphia. p 652-656.

(2003년 3월 14일 접수; 2003년 7월 21일 채택)