

윤지버섯 균사체 배양액이 고지방 식이를 급여한 흰쥐의 지질대사 및 효소활성에 미치는 영향

문 상 필 · 고 진 복[§]

신라대학교 생명과학과

Effects of Liquid Culture of *Coriolus Versicolor* on Lipid Metabolism and Enzyme Activities in Rats Fed High Fat Diet

Moon, Sang-Pil · Koh, Jin-Bog[§]

Department of Life Science, Silla University, Busan 617-736, Korea

ABSTRACT

The effects of liquid culture of *Coriolus versicolor* on weight gain, food intakes, food efficiency ratios, serum and hepatic lipid concentrations, serum protein levels and serum enzyme activities, were studied in growing male rats. Sprague-Dawley rats were given four different types of diets for a succeeding period of 5 weeks, respectively : a normal diet group (7% corn oil), a high fat diet group (7% corn oil + 15% lard), a 20% or 30% *C. versicolor* diet groups (high fat diet + 20% or 30% *C. versicolor* in water) according to the levels of *C. versicolor* supplementation. The body weight gains of the rats fed the 30% *C. versicolor* diets were lower than those in the rats fed high fat diet. The epididymal fat pad weight of the rats fed high fat diet and 20% or 30% *C. versicolor* diets were significantly higher than that of the rats fed normal diet. The concentrations of triglyceride in the serum and the liver of the rats fed the 30% *C. versicolor* diets were more significantly decreased compared to rats on the high fat diet. The concentrations of total cholesterol in the serum and the liver of rats fed the high fat diet, 20% and 30% *C. versicolor* diets were similar to those of rats fed the normal diet. The HDL-cholesterol concentration and the HDL-cholesterol/total-cholesterol ratio of the rats fed 20% and 30% *C. versicolor* diets were significantly lower than those of the rats fed high fat diet. But the atherogenic index of the rats fed 20% or 30% *C. versicolor* diets were significantly higher than those of the rats fed high fat diet. There were no differences in the activities of glutamic oxaloacetic transaminase, glutamic pyruvic transaminase and alkaline phosphatase in the serum among the experimental groups. These results showed that the 30% *C. versicolor* diet feeding decreased the triglyceride in serum and liver of the rats. (*Korean J Nutrition* 37(2): 88~94, 2004)

KEY WORDS : mushroom, *coriolus versicolor*, high fat diet, cholesterol, triglyceride, enzyme activities.

서 론

식용이나 약용으로 이용되는 버섯은 당질, 단백질, 비타민, 무기질, 섬유소, 스테롤 등의 영양소가 풍부할 뿐만 아니라 저열량 식품으로 성인병의 예방이나 치료효능이 있는 것으로 알려지면서 버섯의 이용이 증가되고 있다. 각종 버섯이 심혈관 질환에 미치는 선행연구로는 느타리버섯 추출물 섭취시 혈청 콜레스테롤이 감소되었다고 하였고,¹⁾ 고콜레스테롤 혈증을 유발한 쥐에 5% 느타리버섯 분말을 장

기간 급여한바 혈중 콜레스테롤이 감소되었다고 하였다.²⁾ 표고버섯에 함유된 lentinacin과 eritadenine이 혈액 콜레스테롤을 낮추는 효과가 있고 또한 혈액순환을 원활하게 하여 혈관계질환을 예방할 수 있다고 하였고,^{3,4)} 또한 표고버섯의 분말이나 열수 추출물이 혈청과 간의 지질을 감소시킨다고 하였다.^{5,6)}

영지버섯 열수추출액에 함유되어있는 다당체가 본태성 고혈압 흰쥐의 고혈압 치료효과와 더불어 혈청의 콜레스테롤 농도를 저하시켜 고지혈증을 개선시킨다고 하였고,⁷⁾ 표고버섯, 영지버섯 및 느타리버섯 혼합분말을 첨가한 식이로 흰쥐를 사육한 바 혈액의 총 콜레스테롤 농도를 감소 감소시킨다고 하였다.⁸⁾ Cheung⁹⁾은 고콜레스테롤 식이에 풀버섯의 액체배양액의 다당류인 β -glucan을 1% 첨가한

접수일 : 2003년 11월 6일

채택일 : 2004년 1월 20일

[§]To whom correspondence should be addressed.

식이로 2주간 사육한 바 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.^{10,11)}

운지버섯 (*Coriolus versicolor*)은 담자균류에 속하는 민주름버섯목 구멍장이 버섯과에 속하는 버섯으로 침엽수나 활엽수의 고목에 군생하는 일년생이며 한국, 일본, 중국 등의 산악지대에 주로 자생하고 있다.¹²⁾ 운지버섯은 일명 구름버섯이라고도 불리며 전통적으로 건강보조식품이나 민간 치료약으로 이용되었으며, 운지버섯의 일반성분은 수분 5.62%, 단백질 4.20%, 탄수화물 65.09%, 섬유질 23.24%, 회분 6.37%, 지방질 1.10%을 함유하고 있다.¹³⁾ 운지버섯의 특수성분인 핵산과 아미노산, 다당류,¹³⁻¹⁵⁾ 스테로이드^{16,17)} 등이 보고되었고, 운지버섯 균사체 액체배양액에서 추출한 단백질의 화학성분은 다당체 42.2%, 단백질 10.5%라 하였다.¹⁸⁾

운지버섯의 다당류가 항암작용,¹⁸⁻²¹⁾ 항바이러스, 항박테리아와 항종양²¹⁻²³⁾ 효과가 있고, 그리고 항응고 작용^{26,27)} 등의 약리작용이 있는 것으로 알려져 있다. 이상의 연구내용에서 운지버섯의 자실체에 대하여 다양한 약리작용이 알려지고 또한 만성적인 성인병의 예방이나 치료제로 이용되고 있으나, 운지버섯의 균사체 액체배양액이 고지혈증에 미치는 연구는 드문 실정이다.

이에 본 연구는 운지버섯의 균사체 액체배양액을 고지방 식이를 섭취한 흰쥐의 지질대사 및 효소활성에 미치는 영향을 관찰하고자 생후 7주령의 숫쥐를 대상으로 하여 고지방 (22%) 식이에 운지버섯 균사체 액체배양액을 20%와 30%로 음료수에 혼합하여 5주간 급여하고, 체중변화, 식이효율, 간과 혈청의 지질 농도 및 간 질환과 관련이 있는 효소활성을 조사하였다.

재료 및 방법

1. 운지버섯 균사체 액체배양액 제조방법

시료로 사용된 운지버섯 (*Coriolus versicolor*)의 균사체 음료는 케이비에프 (주)에서 제조한 것으로 운지버섯의 균사체 200 ml를 PDB (potato dextrose broth)에서 25°C로 조절하여 4일간 액체배양하고, 전체 배양액을 본 배양 배지에서 3일간 액체배양 하였다. 배양된 균사체 배양액을 거즈로 여과하여, 여과액을 105°C에서 90분간 감압멸균하여 시료로 사용하였다. 시료보관은 -20°C에서 냉동보관 하였다.

2. 실험동물의 식이 및 사육

실험동물은 본 대학 실험실에서 번식시켜 고품사료 (삼양 유지사료)로 사육한 생후 7주령의 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐를 표준사료로 1주일 동안 적응시킨 후, 평균체중이 255.3 ± 20.2 g의 동물을 한 군에 6마리씩 4군으로 나누어 실험에 사용하였다. 선행연구에서 성장기²⁸⁾ 및 성숙된¹⁰⁾ Sprague-Dawley계 숫쥐에 고지방식이 (5% 옥수수기름과 15% 돈지)를 5주간 급여한 바 체지방 축적이 유의하게 증가되었다고 하여 본 실험에서 고지방식이군을 대조식에 15% 돈지를 첨가하였다. 실험식의 조성은 Table 1과 같다. 실험군은 정상군, 고지방군, 고지방식에 운지버섯 균사체 액체배양액을 20% 및 30% 수준으로 음료수에 혼합하여 급여한 군 (20% 및 30% 운지버섯군) 등 4군으로 나누어 해당 식이로 5주간 사육하였다. 동물실험실의 사육조건은 온도 22 ± 2°C, 습도 50~60%로 유지시키고, 명암은 12시간을 주기로 자동조절 되었으며, 실험음료와 식이는 자유 급식하였다.

3. 식이섭취량, 식이효율 및 체중증정

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

4. 시료채취 및 분석

5주간 실험종료 일에 16시간 절식시킨 실험동물을 ethyl ether로 마취하고 심장에서 채혈하고, 채혈된 혈액은 실온

Table 1. Composition of experimental diets (g%)

Ingredients	Normal diet	High fat diet
Corn starch	52.95	37.95
Casein	20.0	20.0
Corn oil	7.0	7.0
Lard	-	15.0
Sucrose	10.0	10.0
DL-methionine	0.3	0.3
Choline bitartrate	0.25	0.25
Cellulose	5.0	5.0
Mineral mix. ¹⁾	3.5	3.5
Vitamin mix. ²⁾	1.0	1.0

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

에서 30분간 응고시킨 후 3,000 rpm에서 20분간 원심분리한 혈청을 분석시료로 사용하였다. 채혈후 각 장기 및 부고환지방을 떼어 생리식염수로 혈액을 씻은 다음 무게를 측정하였다. 혈청의 중성지질, 인지질, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 및 glutamic pyruvic transaminase, glutamic oxaloacetic transaminase, alkaline phosphatase의 활성은 자동생화학분석기 (Autohumalyzer 900S, Germany)로 측정하였다. LDL-콜레스테롤 농도는 혈청의 중성지질 농도가 400 mg/dL 미만이면 Fridwald 공식이 적합하다고 하여^{30,31)} Fridwald 등³²⁾에 의한 계산법으로 산출하였다. 즉 LDL-cholesterol = total cholesterol - {HDL-cholesterol + (triglyceride ÷ 5)}. 동맥경화지수 (atherogenic index : AI)는 Haglund 등³³⁾의 방법에 따라서 AI = (total cholesterol - HDL-cholesterol) ÷ HDL-cholesterol 식으로 계산하였다. 간의 지질은 Folch 법³⁴⁾으로 추출하여 지질측정용으로 사용하였다. 간의 총 지질은 phospho-vanillin 법,³⁵⁾ 간의 중성지질 (영연화학, Japan), 인지질 (Iatron, Japan), 총 콜레스테롤 (영연화학, Japan) 농도는 각각의 측정용 kit 시약으로 측정하였다.

5. 통계처리

본 연구의 실험 결과는 평균치와 표준편차로 나타내었고, SPSS를 이용하여 실험군간의 유의성은 ANOVA로 검증한 후 p < 0.05수준에서 Duncan's multiple range test로 상호 비교 분석을 하였다.

결과 및 고찰

1. 체중증가량, 식이섭취량 및 식이 효율

5주간 운지버섯 배양액을 급여한 결과 실험동물의 체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율의 변화는 Table 2와 같다. 체중증가량은 정상군에 비하여 고지방군과 고지방식이에 20%와 30%의 운지버섯을 급여한 군 (운지버섯군)들이 유의성 있는 차이가 나타나지 않았으나, 고지방군에 비

하여 30% 운지버섯군이 다소 (13%) 낮았다. Kim 등³⁶⁾은 생후 4주령된 쥐에 20%의 옥수수기름 또는 우지를 6주간 급여한 바 체중증가가 정상군과 비슷하였다고 하였고, Park 등³⁷⁾은 20% 우지를 급여시 8주까지는 대조군과 비슷하였다가 12주 이상 장기간 급여시 대조군에 비하여 체중이 유의하게 증가하였다는 보고와 본 실험 결과도 유사한 경향으로 실험기간이 5주간의 고지방 식이 섭취에 따른 영향은 나타나지 않았다. Kim 등³⁸⁾은 고콜레스테롤식이에 영지버섯 및 목이버섯 분말을 급여한 바 체중증가량이 다소 낮았다고 하였고, Lee 등³⁹⁾은 고지방식이에 30% 신령버섯 액체배양액을 급여한 바 체중증가량과 식이섭취량이 대조군보다 다소 낮았다고 하였다. 본 실험에서 30% 운지버섯군이 고지방군 보다 체중증가량이 다소 낮았음은 상기 보고^{38,39)}와 유사한 경향으로 30% 운지버섯 균사체 배양액에 함유된 다당류가 고지방 식이를 섭취한 쥐의 체중증가를 다소 억제하는 것으로 나타났다.

식이섭취량은 고지방군과 20%와 30%의 운지버섯군이 비슷하였으나 정상군 보다 감소하였다. 이는 고지방식이군은 열량이 높은 식이이므로 섭취량이 감소된^{10,30)} 것이라 할 수 있다. 식이효율은 정상군과 각 실험군들이 비슷하여, 고지방섭취시 운지버섯 균사체 배양액이 식이섭취량이나 식이효율에는 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

2. 장기 무게 변화

운지버섯 균사체 배양액이 각 장기 및 부고환지방 무게에 미치는 영향을 조사하고자 장기의 무게를 측정한 결과는 Table 3과 같다. 체중 100 g 당 간, 신장, 비장, 췌장 및 심장의 무게는 정상군과 각 실험군이 비슷한 경향으로 정상수준을⁴⁰⁾ 유지하는 것으로 나타났다. 부고환지방 무게는 정상군에 비하여 고지방군이 유의하게 증가하여 고지방 식이에 의한 체지방축적이 유도된 것으로 나타났다. 고지방군에 비하여 20% 및 30% 운지버섯군이 유의한 차이는 아니나 다소 감소되어 운지버섯 균사체 배양액이 부고환지방 축적을 다소 억제하는 효과가 나타났다.

Table 2. The body weight gain, food intake and food efficiency ratio (FER) of male rats fed *Coriolus versicolor* (CV) for 5 weeks

Groups ¹⁾	Body weight gains (g)			Food intake (g/day)	FER (%)
	Initial	Final	Gains		
Normal	256.1 ± 24.8 ^{2)NS}	422.5 ± 17.7 ^{3)NS}	166.4 ± 21.0 ^{NS}	23.00 ± 2.99 ^a	21.10 ± 1.93 ^{NS}
High fat	254.9 ± 18.8	420.3 ± 19.3	165.4 ± 22.2	20.39 ± 2.99 ^{a,b}	22.82 ± 3.05
20% CV	255.2 ± 18.6	422.3 ± 18.2	167.3 ± 17.2	21.61 ± 2.36 ^{a,b}	22.13 ± 3.34
30% CV	254.9 ± 18.4	398.2 ± 26.8	143.7 ± 23.6	19.24 ± 1.78 ^b	21.40 ± 3.66

¹⁾Group abbreviations: Normal: normal diet, Control: normal diet + 15% lard, 20% or 30% CV: control diet + 20% or 30% *Coriolus versicolor* mixed with water. ²⁾All values are mean ± SD (n = 6). ³⁾Not significant. ^{a,b}Values within a column with different superscripts letters are significantly different each other groups at p < 0.05

3. 간의 지질 농도 변화

운지버섯 균사체 배양액 섭취시 간의 총 지질, 콜레스테롤 및 중성지질의 농도는 Table 4와 같다. 간의 총 지질 농도는 정상군에 비해 고지방군, 20% 및 30% 운지버섯군이 유의하게 증가하였고, 콜레스테롤 농도는 정상군에 비해 각 실험군이 다소 증가하였으나 유의한 차이는 아니었다. 중성지질 농도는 고지방군에 비해 30% 운지버섯군이 유의하게 감소되었다. 이는 고지방 섭취시 20% 및 30% 운지버섯 균사체 배양액이 간의 총 지질 및 콜레스테롤 농도를 낮추는 효과는 나타나지 않았으나, 30% 운지버섯 섭취시 중성지질 농도를 낮추는 효과가 나타났다.

식용버섯이 고지방 식이를 급여한 동물의 간 지질 농도에 미치는 영향에 대한 연구로 다발구멍장이 버섯 분말,¹¹⁾ 동충하초 분말,¹⁰⁾ 동충하초 균사체 액체배양액¹²⁾ 및 눈꽃동충하초 분말,¹³⁾ 느타리버섯의 에탄올 불용해성 잔사물,¹⁾ 목이버섯 분말¹¹⁾ 및 표고버섯 열수추출 다당류⁴⁵⁾ 등이 간의 중성지질 농도를 감소시킨다는 보고와 본 실험 결과도 비슷한 경향으로 운지버섯 균사체 액체배양액의 성분인 다당류와 섬유소가 장에서 지질 흡수를 지연시키거나 억제하여 간의 중성 지질 농도를 낮추는 것으로 생각된다.

4. 혈청의 지질농도 변화

운지버섯 균사체 배양액이 혈청의 지질농도 변화는 Table 5와 같다. 혈청의 중성지질 농도는 고지방군에 비해 20% 및 30% 운지버섯군이 유의하게 감소되었다. 혈청의 총 콜레스테롤 농도는 정상군과 각 실험군이 비슷한 경향으로 나타났다.

식용버섯의 콜레스테롤 및 중성지질 저하효과에 대한 연

구로 표고버섯에 함유된 lentinacin과 eritadenine이 혈액 콜레스테롤을 낮추는 효과가 있고 또한 혈액순환을 원활히 하여 혈관계질환을 예방할 수 있다고 보고¹⁴⁾하였다. 영지버섯 열수추출액에 함유된 다당체가 본태성 고혈압 흰쥐의 고혈압 치료효과와 더불어 혈청의 콜레스테롤 농도를 저하시켜 고지혈증을 개선시킨다고 보고⁷⁾하였고, 고지방 식이에 동충하초 및 눈꽃동충하초 분말을 첨가한 식이로 5주간 흰쥐를 사육한바 혈청의 중성지질이 감소되었다고 하였다.^{10,43)}

Cheung²⁹⁾은 고콜레스테롤 식이에 풀버섯의 액체배양액의 다당류인 β -glucan을 1% 첨가한 식이로 2주간 사육한 바 혈청의 총 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤 농도를 감소시키고, 변으로 배설되는 중성 스테롤의 양은 증가하는 반면 담즙산은 변화가 없음을 보여 다당류인 β -glucan의 콜레스테롤 저하효과는 간에서 HMG-CoA reductase와 관련이 있음을 제시하였다. Ebihara 등⁴⁶⁾은 수용성 β -glucan은 쥐의 소장에서 micelles 형성을 방해하고 소장 mucosa의 물리적 특성을 변화시켜 콜레스테롤 흡수를 낮춘다고 하였다. Cheung¹⁷⁾ 고콜레스테롤 식이에 흰목이버섯 분말을 흰쥐에 4주간 급여한바 혈청의 총 콜레스테롤, LDL-

Table 4. The liver lipid concentrations of male rats fed *Coriolus versicolor* for 5 weeks (mg/g of wet liver)

Groups ¹⁾	Total lipid	Cholesterol	Triglyceride
Normal	72.23 ± 10.49 ^{2a}	4.43 ± 0.52 ^{3NS}	35.33 ± 4.75 ^o
Control	99.71 ± 12.30 ^b	4.98 ± 0.69	47.56 ± 5.40 ^p
20% CV	95.15 ± 13.26 ^o	5.02 ± 0.61	42.36 ± 4.80 ^p
30% CV	93.05 ± 12.02 ^b	4.75 ± 0.54	39.24 ± 4.57 ^o

^{1,2,3)}See the legend of Table 2. ^{a,b)}Values within a column with different superscripts letters are significantly different at p < 0.05

Table 3. The organ weights of male rats fed *Coriolus versicolor* for 5 weeks (mg/100 g body weight)

Groups ¹⁾	Liver	kidney	Spleen	Pancrease	Heart	EFP ⁴⁾
Normal	3091 ± 362 ^{2NS}	677 ± 36 ^{NS}	182 ± 21 ^{NS}	165 ± 22 ^{NS}	253 ± 11 ^{NS}	648 ± 92 ^o
High fat	3192 ± 193	655 ± 32	198 ± 15	159 ± 17	252 ± 17	885 ± 99 ^b
20% CV	3031 ± 274	660 ± 61	194 ± 29	154 ± 20	264 ± 18	790 ± 87 ^b
30% CV	3004 ± 315	689 ± 75	206 ± 26	156 ± 22	254 ± 20	798 ± 86 ^b

^{1,2,3)}See the legend of Table 2. ⁴⁾EFP: epididymal fat pad ^{a-c)}Values within a column with different superscripts letters are significantly different at p < 0.05

Table 5. The serum lipid concentrations of male rats fed *Coriolus versicolor* for 5 weeks (mg/dL)

Groups ¹⁾	Triglyceride	Cholesterol	HDL-cholesterol	LDL-cholesterol	HDL-C/T-C ⁴⁾	AI ⁵⁾
Normal	112.6 ± 26.0 ^{2a}	90.72 ± 16.22 ^{3NS}	28.36 ± 5.11 ^{ab}	43.84 ± 7.11 ^o	31.02 ± 2.18 ^o	2.20 ± 0.4 ^{ab}
Control	167.4 ± 31.5 ^b	93.23 ± 8.89	29.45 ± 2.19 ^o	30.28 ± 6.42 ^p	31.70 ± 2.27 ^o	2.17 ± 0.2 ^o
20% CV	130.3 ± 25.7 ^o	82.71 ± 11.63	23.01 ± 3.17 ^b	33.62 ± 8.60 ^p	27.83 ± 0.90 ^b	2.60 ± 0.1 ^c
30% CV	121.8 ± 39.0 ^o	85.74 ± 15.30	23.87 ± 4.86 ^b	37.46 ± 7.56 ^{ab}	28.19 ± 1.90 ^b	2.56 ± 0.2 ^{b,c}

^{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, ^{a-c)}Values within a column with different superscripts letters are significantly different at p < 0.05

Table 6. The serum glutamic oxaloacetic transaminase (GOT), glutamic pyruvic transaminase (GPT), and alkaline phosphatase (ALP) activities of male rats fed *Coriolus versicolor* for 5 weeks (IU/L)

Groups ¹⁾	GOT	GPT	ALP
Normal	104.6 ± 8.0 ^{2,3)NS}	38.16 ± 4.80 ^{NS}	299.8 ± 27.2 ^{NS}
High fat	96.7 ± 9.5	43.33 ± 4.44	318.9 ± 33.6
20% CV	103.6 ± 5.4	43.90 ± 6.62	320.5 ± 34.7
30% CV	99.6 ± 9.2	43.51 ± 7.07	336.0 ± 34.5

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

콜레스테롤과 중성지질 농도를 감소시키고, 분중 중성스테롤 배설양이 증가되었다고 하였다, Koh¹²⁾는 고지방식이에 동충하초 균사체 배양액을 30% 수준으로 음료수에 혼합하여 5주간 급여한바 혈청과 간의 중성지질 농도를 감소시킨다고 하였다. 본 실험 결과 혈청의 콜레스테롤 농도를 낮추는 효과는 나타나지 않았으나, 30% 운지버섯군의 중성지질 농도가 감소되어 Koh¹²⁾의 보고와 유사한 경향으로 운지버섯 균사체 배양액에 함유된 다당류와 스테롤류가 소장에서 지질의 흡수를 저해하여 간과 혈중 중성지질 농도를 감소시키는 것이라 생각된다.

혈청의 HDL-콜레스테롤 농도와 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤의 비율은 고지방군에 비하여 20% 및 30% 운지버섯군이 유의하게 낮았고, LDL-콜레스테롤 농도는 고지방군과 운지버섯군들이 유의한 차이를 보이지 않았으나, 동맥경화지수는 고지방군에 비해 20% 및 30% 운지버섯군이 유의하게 증가되어, 운지버섯 균사체 배양액 섭취에 따른 혈청의 HDL-콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤 농도 및 동맥경화지수를 개선시키는 효과는 나타나지 않았다.

6. 혈청의 효소활성

고지방 식이에 운지버섯 균사체 배양액 급여시 흰쥐의 간 질환과 관련이 있는 효소활성을 측정한 결과는 Table 6과 같다. 혈청의 glutamic oxaloacetic transaminase (GOT), Glutamic pyruvic transaminase (GPT) 및 Alkaline phosphatase의 활성은 정상군과 고지방군, 20% 및 30% 운지버섯군이 비슷한 경향으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이는 운지버섯 균사체 배양액 섭취에 의한 간 질환과 관련이 있는 효소활성에는 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

요 약

운지버섯 균사체 배양액이 고지방식을 섭취한 숫쥐의 성장률, 장기무게, 지질 대사 및 효소활성에 미치는 영향을 조사하고자, 생후 7주령의 흰쥐 (255.3 ± 20.2 g)에 표준

식을 급여한 정상군, 표준식에 15% 돈지를 첨가한 식이를 급여한 고지방군, 고지방 식이에 운지버섯의 균사체 배양액을 음료수에 20% 및 30%로 혼합 급여한 군 (20% 및 30% 운지버섯군) 등 4군으로 나누어 5주간 사육한 결과는 다음과 같다.

실험동물의 체중증가량은 30% 운지버섯군이 고지방군에 비해 다소 감소되었다. 식이섭취량 및 식이효율, 그리고 간, 신장, 비장 및 췌장 및 부고환지방의 무게는 고지방군과 20% 및 30% 운지버섯군이 비슷한 수준으로 나타났다. 부고환지방은 정상군에 비해 고지방군 및 운지버섯군들이 유의하게 증가되어 운지버섯 섭취에 따른 감소 효과는 나타나지 않았다.

혈청과 간의 중성지질 농도는 고지방군에 비해 30% 운지버섯군이 유의하게 감소되었다. 혈청과 간의 총 콜레스테롤 농도는 정상군과 고지방군, 20% 및 30% 운지버섯군이 비슷하였다. 혈청의 HDL-콜레스테롤 농도 및 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤의 비율은 고지방군에 비해 운지버섯군이 유의하게 감소되었다. 동맥경화지수는 고지방군에 비해 20% 및 30% 운지버섯군이 유의하게 증가되었다. 혈청의 glutamic oxaloacetic transaminase, glutamic pyruvic transaminase 및 alkaline phosphatase 활성은 정상군과 각 실험군이 비슷한 경향이었다.

이상의 결과로 보아 고지방식을 급여한 흰쥐에 운지버섯 균사체 액체배양액을 30% 급여시 체중증가량과 장기무게는 정상수준을 유지하였고, 혈청과 간의 중성지질 농도를 낮추는 효과가 나타났다.

Literature cited

- 1) Bobek P, Ginter P, Kuniak L, Jourcovicova M, Ozdin L, Cerven J. Effect of mushroom *Pleurotus ostreatus* and isolated fungal polysaccharide on serum and liver lipid in Syrian hamsters with hyperlipoproteinemia. *Nutrition* 7: 105-109, 1991
- 2) Bobek P, Ozdin L, Galbavy S. Dose- and time-dependent hypocholesterolemic effect of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) in rats. *Nutrition* 14: 282-286, 1998
- 3) Chibada I, Okumura K, Takeyama S, Kotera A. Lentinacin, a new hypocholesterolemic substance in *Lentinus edodes*. *Experientia* 25: 1237-1242, 1969
- 4) Sugiyama K, Akachi T, Yamakawa A. Hypocholesterolemic action of eritadenine is mediated by a modification of hepatic phospholipid metabolism in rat. *J Nutr* 125: 2134-2140, 1995
- 5) Oh HI, Lee SY. A study on nutritional characteristics of common Korean dietary fiber rich foods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 296-304, 1998
- 6) Choi MY, Lim SS, Chung TY. 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, 2000
- 7) Kabir Y, Kimura S, Tamura T. Dietary effects of Ganoderma lucidum mushroom on blood pressure and lipid levels in spontaneously hypotensive rats (SHR). *J Nutr Sci Vitaminol* 34: 433-438, 1988
 - 8) Kim BK, Shin GG, Jeon BS, Cha JY. Cholesterol-lowering effect of mushrooms powder in hyperlipidemic rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 510-515, 2001
 - 9) Cheung PCK. The hypocholesterolemic effect of extracellular polysaccharide from the submerged fermentation of mushroom. *Nutr Res* 16: 1953-1957, 1996
 - 10) Koh JB. Effect of Cordyceps militaris on lipid metabolism, protein levels and enzyme activities in rats fed high fat diet. *Korean J Nutrition* 35: 414-420, 2002
 - 11) Koh JB, Choi MA. Effect of Paecilomyces japonica on lipid metabolism in rats fed high fat diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 238-243, 2003
 - 12) Lee JY. *Coloured Korean mushrooms*. Academy Book Co. Seoul, pp.241, 1993
 - 13) Mau JL, Lin HC, Chen CC. Non-volatile components of several medicinal mushrooms. *Food Research International* 34: 521-526, 2001
 - 14) Ng TB. A review of research on the protein bound polysaccharide (polysaccharopeptide, PSP) from the mushroom *Coriolus versicolor* (Basidiomycetes: Polyporaceae). *Gen Pharmac* 30: 1-4, 1998
 - 15) Cui J, Chisti Y. Polysaccharopeptides of *Coriolus versicolor* physiological activity, uses, and production. *Biotechnology Advances* 21: 109-122, 2003
 - 16) Kim BK, Jang SY, Shim MJ. Studies on the higher fungi of Korea (VIII), sterols of *Coriolus versicolor* (Fr.). *Korean J Mycology* 6: 1-4, 1978
 - 17) Yokokawa H. Fatty acid and sterol compositions in mushrooms of ten species of polyporaceae. *Phytochemistry* 19: 2615-2618, 1980
 - 18) Lee BW, Lee MS, Park KM, Kim CH, Ahn PU, Choi CU. Anticancer activities of the extract from the mycelia of *Coriolus versicolor*. *Korean J Appl Microbiol Biotechnol* 20: 311-315, 1992
 - 19) Cho SM, Yu SH, Shin GC. Biological activities of culture broth of some wood rotting Basidiomycetes. *Korean J Mycology* 24: 17-24, 1996
 - 20) Kidd PM. The use of mushroom glucans and proteoglycans in cancer treatment. *Altern Med Rev* 5: 4-27, 2001
 - 21) Tsang KW, Lam CL, Lam WK. *Coriolus versicolor* polysaccharide peptide slows progression of advanced non-small cell lung cancer. *Respiratory Medicine* 97: 618-624, 2003
 - 22) Li XY, Wang JF, Zhu PP. Immune enhancement of a polysaccharide peptides isolated from *Coriolus versicolor*. *Zhongguo Yao Li Xue Bao* 11: 542-545, 1990
 - 23) Yang MM, Chen Z, Kwok JS. The anti-tumor effect of a small polypeptide from *Coriolus versicolor* (SPCV). *Am J Clin Med* 20: 221-232, 1992
 - 24) Dong Y, Kwan CY, Chen ZN. Antitumor effects of a refined polysaccharide peptide fraction isolated from *Coriolus versicolor*: in vitro and in vivo studies. *Res Commun Mol Pathol Pharmacol* 92: 140-148, 1996
 - 25) Wasser SP, Weis AI. Medicinal properties of substances occurring in higher Basidiomycetes mushrooms: current perspective (review). *International Journal of Medicinal Mushroom* 1: 31-62, 1999
 - 26) Lee HS, Kweon MH, Lim HC. An Anticoagulant polysaccharide isolated from the alkali extract of *Coriolus versicolor*. *Korean J food Sci Technol* 29: 369-375, 1997
 - 27) Lee HS, Kweon MH, Lim HC, Sung HC, Yang HC. Inhibitory mechanism of blood coagulation by the anticoagulant polysaccharide from *Coriolus versicolor*. *Korean J food Sci Technol* 29: 817-822, 1997
 - 28) Lee JS, Lee KH, Jeong JH. Effects of extract of Pueraria radix on lipid metabolism in rats fed high fat diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 218-224, 1999
 - 29) Reeves PG, Nielsen FH, Fahey GC. 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, 1993
 - 30) Warnick GR, Knoopp RH, Fitzpatrick V, Branson L. 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, 1990
 - 31) Schectman G, Patsches M, Sasse EA. Variability in cholesterol of measurements: comparison of calculated and direct LDL cholesterol determinations. *Clin Chem* 42: 732-737, 1996
 - 32) Friedwald WT, Levy RI, Fedreicson DS. Estimation of the concentration of low density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 18: 499-508, 1979
 - 33) Haglund O, Loustarinen R, Wallin R, Wibell I, Saldeen T. The effect of fish oil on triglycerides, cholesterol, fibrinogen and malondialdehyde in humans supplemented with vitamin. *Eur J Nutr* 121: 165-172, 1991
 - 34) Folch J, Lees M, Stanley GSH. A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J Biol Chem* 226: 497-509, 1957
 - 35) Frings CS, Dunn RT. A colorimetric method for determination of total serum lipid based on the sulfo-phospho-vanillin reaction. *Am J Clin Path* 53: 89-91, 1970
 - 36) Kim CO, Kang SA. Effect of high fat and high carbohydrate diet on serum leptin and lipids concentration in rat. *Korean J Nutrition* 34: 123-131, 2001
 - 37) Park YJ, Park YJ. Effect of high fat and high cholesterol diet on kidney function. *Korean J Nutrition* 30: 187-194, 1997
 - 38) Kim GJ, Kim HS, Chung SY. Effects of varied mushroom on lipid compositions in dietary hypercholesterolemic rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 21: 131-139, 1992
 - 39) Lee HJ, Koh JB. Effects of liquid culture of Agaricus blazei Murill on lipid metabolism and enzyme activities in rats fed high fat diet. *Korean J Nutrition* 36: 352-358, 2003
 - 40) Song CW, Hwang HS, Han SS. Studies on the basic data of Ktc: SD rats with age. *Korean J Lab Ani Sci* 6: 33-43, 1990
 - 41) Sugiyama K, Saeki S, Ishiguro Y. Hypercholesterolemic activity of ningyotake (*Poyporus confluens*) mushroom in rats. *J Jpn*

- Soc Nutr Food Sci* 45: 265-270. 1992
- 42) Koh JB. Effect of liquid cultures of *Cordyceps militaris* on lipid metabolism and enzyme activities in hyperlipidemic female rats. *Korean Journal of Life Science* 13: 265-272, 2003
- 43) Koh JB, Choi MA. Effect of *Paecilomyces japonica* on lipid metabolism in rats fed high fat diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 238-243, 2003
- 44) Kim GJ, Kim HS, Kim SH, Kim HS, Choi WJ, Chung SY. Effects of the feeding mixture of mushrooms and vegetable oils on the lipid component and fatty acid composition on liver in rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 23: 736-742. 1994
- 45) Choi MY, Lim SS, Chung TY. 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. 2000
- 46) Ebihara K, Schnceman BO. Interaction of bile acids, phospholipids, cholesterol and triglycerides with dietary fiber in the small intestine of rats. *J Nutr* 119: 1100-1106, 1989
- 47) Cheung PCK. The hyporcholesterolemic effect of two edible mushrooms: *Auricularia aurivula* (tree-ear) and *Tremella fuciformis* (white jelly-leaf) in hypercholesterolemic rats. *Nutr Res* 16: 1721-1725, 1996