

콜레스테롤 식이를 섭취한 흰쥐에 새송이버섯이 지질대사 및 효소활성에 미치는 영향

이 총 언*

신라대학교 생물학과

Received August 22, 2006 / Accepted September 19, 2006

Effects of *Pleurotus eryngii* on Lipid Levels and Enzyme Activity in Male Rats Fed High Cholesterol Diets. Choong-Un Lee*. *Department of Life Science, Silla University, Busan 617-736, Korea* – Effects of dietary supplementation of *Pleurotus eryngii* (PE) to a diet containing the cholesterol on lipid levels in the liver and serum, and enzyme activities of rats were studied by feeding 8-weeks old male rats with the four diets for 4 weeks, respectively: normal diet, control diet (10% fat + 0.5% cholesterol), 3% and 5% PE diets (control diet + 3% and 5% PE dry powder). The body weight gains and food efficiency ratios of the 3% and 5% PE diet groups were significantly lower than those of the control group. The liver and epididymal fat pad weights, and hepatic triglyceride levels of the 5% PE diet group were more significantly decreased than those of the control group. The concentrations in serum triglyceride, total cholesterol, LDL+VLDL-cholesterol, and atherogenic index ratios were significantly lower in the 3% or 5% PE groups compared to those of the control group. Ratio of HDL-cholesterol to total-cholesterol was significantly higher in the 3% and 5% PE groups compared to that of the control group. The fecal total lipid excretion of the 5% PE diet group was more significantly decreased than that of the control group. There was no significant difference in the hepatic cholesterol, and the serum HDL-cholesterol concentrations, and the GOT, GPT and γ -GTP activities among the experimental groups. These results showed that the *Pleurotus eryngii* powder feeding decreased the total cholesterol, LDL-cholesterol and atherogenic index, and increased the ratio of HDL-cholesterol to total-cholesterol in serum of the rats.

Key words – *Pleurotus eryngii*, high cholesterol, triglyceride

서 론

새송이버섯은 느타리버섯속에 속하는 식용버섯의 한 종류로 주로 아열대지방의 대초원지대에 널리 분포한다. 국내에서는 1997년경부터 인공재배 하여 시판되고 있으며, 일명 큰느타리버섯이라고도 한다. 새송이버섯의 일반성분은 수분 86.6%, 단백질 2.2%, 탄수화물 9.6%, 지방 0.8% 및 회분 1.2% 이고, 특수성분은 수용성 섬유소 0.53 g, 불용성 섬유소 4.11 g 이고, β -glucan 0.41 g, chitin 0.51 g, phenol 51.4 mg이다 [28]. 새송이버섯에 함유된 다당류나 특수성분이 노화억제와 항종양작용[12,17], 대장암 세포증식 억제[15], 혈당강하[14] 및 콜레스테롤 감소[23] 등의 약리작용이 있는 것으로 알려져 있다.

식용 버섯은 향과 맛이 우수하여 기호식품으로 이용되고 있으며 영양소가 풍부할 뿐만 아니라 열량이 낮은 식품으로 항암[35], 항종양[36], 항돌연변이[29], 면역증강 효과[26] 및 콜레스테롤 저하[25,33] 등의 여러 생체 기능 조절이 알려지면서 버섯의 이용이 증가되고 있다. 식용이나 약용버섯이 지질대사에 미치는 연구로는 느타리버섯 분말을 쥐에 급여한

바 혈청과 간의 콜레스테롤 농도가 유의하게 감소하였고 HDL-콜레스테롤 농도를 증가시킨다고 하였다[3,4]. 표고버섯에 함유된 letinacin과 eritadenine이 혈액의 콜레스테롤을 낮추는 효과가 있으며 혈액순환을 원활하게 하여 혈관계질환을 예방할 수 있다고 보고하였다[8,34].

동충하초[18-20], 눈꽃동충하초[21], 운지버섯[30]이 고지방을 섭취한 흰쥐의 혈청 중성지질을 감소시키며, 신령버섯[31]이나 신령버섯 액체배양액[22], 운지버섯 액체배양액[24]이 흰쥐의 혈청 콜레스테롤을 감소시킨다고 하였다. Cheung [5]은 고콜레스테롤 식이에 풀버섯 배양체의 다당류인 β -glucan을 1% 첨가한 식이로 2주간 사육한바 혈청의 총 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤 농도를 감소시키고, 변으로 중성지질의 배설량이 증가되었고, 고지방식이에 풀버섯 자체 분말을 첨가한 식이로 4주간 사육한바 간과 혈장의 콜레스테롤이 유의하게 감소되었다고 하였다[7].

이상의 여러 연구들에서 버섯류에 함유된 성분들이 지질대사를 개선시키는 것으로 알려져 있다. 새송이버섯의 일부 약리작용이 알려지고, 지질대사의 연구로는 Koh[23]는 새송이버섯이 고지방(20% 든지)식이를 섭취한 성숙한 흰쥐의 혈청 콜레스테롤을 감소시킨다는 보고가 있고, 고콜레스테롤 혈중에 미치는 효과에 대한 연구는 드문 실정이다. 이에 본 연구는 새송이버섯에 함유된 성분들이 지방이나 콜레스테롤의 과다섭취로 오는 비만이나 심혈관계 질환의 예방이나 치

*Corresponding author

Tel : +82-51-999-5870, Fax : +82-51-999-5871

E-mail : insecton@silla.ac.kr

료에 미치는 효과를 검토하고자 성장기 수컷을 대상으로 하여 콜레스테롤 식이(10% 지방 + 0.5% 콜레스테롤)에 새송이버섯 분말을 3% 및 5%씩 첨가하여 4주간 급여하고, 성장률, 식이효율, 간과 혈청의 지질 농도의 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

새송이버섯 분말

시료로 사용된 새송이버섯(*Pleurotus eryngii*)은 시장에서 구입하여 세척한 후 냉동건조하고 분말화하여 시료로 사용하였다. 시료보관은 -20℃에서 냉동보관 하였다. 새송이버섯의 일반성분은 AOAC[2]의 분석방법에 준하여 분석한바 수분 7.2%, 조단백질(N×4.38) 18.3%, 조지방 4.6%, 회분 7.4%, 분석하지 않은 성분 62.5%는 다당류와 식이 섬유소로 추정된다.

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 245.2±20.5 g의 동물을 한 군에 8마리씩 4군으로 나누어 실험에 사용하였다. 실험군은 정상군, 대조군(5% 옥수수기름, 5% 돈지 + 0.5% 콜레스테롤), 대조식에 3% 및 5% 새송이버섯 분말을 첨가한 군 등 4군으로 나누어 해당 식이로 4주간 사육하였다. 실험식이의 조성은 Table 1과 같고, Manzi 등[28]의 새송이버섯 성분분석에 준하여 각 식이의 무기염류 및 섬유소의 수준을 동이하게 조절하였다. 동물실험실의 사육조건은 온도 20±2℃, 습도 40~50%로 유지시키고, 명암은 12시간을 주기로 자동조절 되었으며, 물과 실험식은 자유 급식하였다.

Table 1. Composition of experimental diets (g%)

Ingredients	Normal	Control	3% PE	5% PE.
Casein	20.0	20.0	20.0	20.0
Corn oil	5.0	5.0	5.0	5.0
Lard		5.0	5.0	5.0
Corn starch	55.0	49.3	47.2	45.7
Sucrose	10.0	10.0	10.0	10.0
DL-methionine	0.3	0.3	0.3	0.3
Choline bitartrate	0.2	0.2	0.2	0.2
Cellulose	5.0	5.0	4.3	3.9
Mineral mix. ¹⁾	3.5	3.5	3.3	3.2
Vitamin mix. ²⁾	1.0.	1.0	1.0	1.0
Cholesterol		0.5	0.5	0.5
Sodium cholate		0.2	0.2	0.2
<i>P. eryngii</i> ³⁾			3.0	5.0

^{1,2)}AIN-93-MX mineral and AIN-93-VX vitamin mixture[32]

³⁾*Pleurotus eryngii* powder.

식이섭취량, 식이효율 및 체중 측정

체중은 1주에 한번씩 일정한 시간에 측정하였고, 실험기간 동안의 식이는 매일 오후 4시에 급여하였다. 식이섭취량의 오차를 최소화하고자 흘린 양을 측정하여 보정하였으며 급여량을 기록하여 식이 섭취량과 식이효율을 산출하였다.

시료채취 및 분석

4주간 실험식이 급여한 후 종료일에 14시간 절식시킨 실험동물을 ethyl ether로 마취하여 심장에서 채혈하고, 채혈된 혈액은 실온에서 30분간 두었다가 3,000 rpm에서 20분간 원심 분리한 혈청을 분석시료로 사용하였다. 각 장기 및 부고환지방은 채혈 후 즉시 떼어 생리식염수로 혈액을 씻은 다음 무게를 측정하였다. 변의 수집은 실험종료 전 4일간 변을 모아서 2일간 풍건하고 이물질질을 제거한 후 100℃에서 2시간 건조하여 분석시료로 사용하였다.

혈청의 중성지질, 인지질, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 농도 및 효소활성은 자동생화학분석기(Autohumalyzer 900S, Germany)로 측정하였고, VLDL+LDL-콜레스테롤 농도는 혈청의 총 콜레스테롤 - HDL-콜레스테롤 식으로 계산하였고, 동맥경화지수(atherogenic index: AI)는 Haglund 등[13]의 방법에 따라서 AI= (총 콜레스테롤 - HDL-콜레스테롤) ÷ HDL-콜레스테롤 식으로 계산하였다. 간조직과 변의 지질측정은 Folch 법[10]으로 추출하여 총 지질은 phospho-vanillin 법[11], 중성지질 및 총 콜레스테롤 농도는 각각의 측정용 kit 시약(아산제약)으로 측정하였다.

통계처리

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

결과 및 고찰

체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율

새송이버섯 분말 첨가 식이를 4주간 섭취시킨 결과 흰쥐의 체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율은 Table 2와 같다. 체중증가량은 정상군에 비하여 대조군(지방 10%와 0.5% 콜레스테롤 첨가군)이 유의하게 증가되었으나 대조식에 3% 및 5% 새송이버섯 첨가군은 대조군 보다 유의하게 감소되어 정상군과 유사하였다. 식이섭취량은 정상군에 비해 5% 새송이버섯군은 유의하게 감소되었으나 대조군에 비해 3% 및 5% 새송이버섯군이 다소 낮았으나 유의한 차이는 아니었다. 식이효율은 체중증가량과 비슷한 경향으로 대조군에 비해 정상군과 새송이버섯군들이 유의하게 낮았다.

Koh와 Choi[18]는 콜레스테롤 식이에 동충하초 자실체 및 균사체 분말을 각각 3%씩 첨가한 군이 콜레스테롤 식이군

Table 2. The body weight gain, food intake and food efficiency ratio (FER) of male rats fed *Pleurotus eryngii* (PE) diets for 4 weeks

Groups ¹⁾	Body weight gains (g)			Food intake (g/day)	FER (%)
	Initial	Final	Gains		
Normal	248.1±20.5 ^{2)NS3)}	404.3±18.9	156.3±19.6 ^a	23.5±2.1 ^b	19.1±2.1 ^a
Control	248.9±19.0	437.5±20.5	188.5±20.5 ^b	22.5±2.3 ^{ab}	23.9±2.3 ^b
3% PE	249.1±21.4	400.9±18.4	161.8±17.6 ^a	21.8±1.8 ^{ab}	21.1±2.5 ^a
5% PE	248.7±22.3	400.2±20.3	151.6±21.6 ^a	20.5±1.9 ^a	21.2±2.4 ^a

¹⁾Group abbreviations: Normal= normal diet group, Control= normal diet + 5% lard + 5% corn oil + 0.5% cholesterol diet group, 3% or 5% PE= control diet + 3% or 5% *Pleurotus eryngii* powder.

²⁾All values are mean±SD(n= 8). ³⁾Not significant. ^{a-b}Values within a column with different superscripts letters are significantly different at p<0.05

보다 유의하게 낮은 체중증가로 정상식이군과 비슷한 체중을 유지하였다고 하였고 Koh[19,21]는 동충하초 및 눈꽃동충하초 분말을 고지방 식이에 3% 첨가한 식이로 성숙한 흰쥐를 5주간 사육한 결과 체중증가를 억제하는 효과가 있는바 식이섬유소의 섭취는 체중감소에 효과적인 것으로 알려진바 있다[1]. 본 실험결과도 상기보고와 유사한 경향으로 이는 새송이버섯에 함유된 식이 섬유소와 단백당류가 고콜레스테롤 식이를 섭취한 쥐의 체중증가를 억제하는 효과가 있는 것으로 나타났으나 이에 대한 많은 연구가 이루어져야 하겠다.

장기 무게 변화

고콜레스테롤 식이에 새송이버섯 첨가시 장기 및 부고환 지방 무게에 미치는 영향을 조사하고자 체중 100 g 당 각 장기의 무게를 측정한 결과는 Table 3과 같다. 간의 무게는 대조군에 비해 5% 새송이버섯군은 유의하게 감소하였으나 정상군 수준으로 낮추지는 못하였다. 신장의 무게는 각 실험군이 비슷한 경향으로 새송이버섯 섭취에 의한 영향은 나타나지 않았다. 부고환지방 무게는 대조군에 비하여 3% 새송이버섯군은 다소 감소하였으나, 5% 새송이버섯군은 유의하게 감소하여 부고환지방 축적을 억제하는 것으로 나타났다. 새송이버섯에 함유된 다당류나 식이섬유소가 장에서 지질흡수를 감소시켜 변으로 지질배설량이 증가되어(Table 7) 부고환지방 축적이 감소된 것이라 할 수 있다[31].

Table 3. The organ weights of male rats fed PE diets for 4 weeks (g/kg body weight)

Groups ¹⁾	Liver	kidney	EFP ⁴⁾
Normal	27.2±2.1 ^{2)a}	6.4±0.5 ^{NS3)}	7.5±0.7 ^a
Control	34.9±2.6 ^c	6.5±0.7	9.2±1.0 ^b
3% PE	32.6±2.3 ^{bc}	6.6±0.6	8.6±0.9 ^{ab}
5% PE	31.5±2.5 ^b	6.5±0.5	8.0±0.8 ^a

^{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

간조직의 지질 농도 변화

새송이버섯 섭취시 간조직의 지질 농도 변화는 Table 4와 같다. 간조직의 콜레스테롤 농도는 3% 새송이버섯군은 대조군과 비슷하였으나, 5% 새송이버섯군의 경우 감소하는 경향을 보였으나 유의한 차이는 아니었다. 총 지질 및 중성지질 농도는 대조군에 비하여 5% 새송이버섯군이 유의하게 감소하였다. 식용버섯이 간의 지질 농도에 미치는 영향에 대한 연구로 다발구멍장이버섯 분말[33], 동충하초 균사체 배양액[20], 동충하초 밀리타리스 분말[19], 눈꽃동충하초 분말[21] 및 신령버섯 분말[31]등이 콜레스테롤 식이나 고지방 식이를 섭취한 흰쥐 간의 중성지질 농도를 감소시킨다는 보고와 본 실험결과도 비슷한 경향으로, 간의 중성지질 농도가 감소되었음은 새송이버섯의 성분중 다당류와 섬유소가 장에서 지질흡수를 지연시키거나 억제하여 변으로의 지질배설량을 증가시켜(Table 7) 따라서 간으로 중성지질 유입이 감소된 것으로 생각되나, 새송이버섯의 어떤 종류의 단백당류나 식이 섬유소가 간의 지질대사에 영향을 주는 것에 대하여는 많은 연구가 이루어져야 하겠다.

혈청의 지질농도 변화

혈청의 지질농도 변화는 Table 5 및 6과 같다. 혈청의 인 지질 및 HDL-콜레스테롤 농도는 대조군과 새송이버섯군들은 비슷한 경향을 보였다. 총 콜레스테롤 및 LDL+VLDL-콜

Table 4. The hepatic lipid concentrations of male rats fed PE diets for 4 weeks (mg/g of wet liver)

Groups ¹⁾	Total lipid	Cholesterol	Triglyceride
Normal	61.3±8.8 ^{2)a}	5.7±0.8 ^a	32.6±3.1 ^a
Control	116.2±18.5 ^c	20.9±2.1 ^c	75.3±14.5 ^c
3% PE	102.5±17.1 ^{bc}	19.6±2.5 ^{bc}	60.1±13.1 ^{bc}
5% PE	94.1±16.2 ^b	17.8±2.0 ^b	52.5±14.1 ^b

^{1,2)}See the legend of Table 2.
^{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 PE diets for 4 weeks (mg/dL)

Groups ¹⁾	Total lipid	Triglyceride	Phospholipid
Normal	345.9±56.7 ^{2b)}	86.1±12.0 ^{a)}	160.9±25.4 ^{N53)}
Control	387.2±50.5 ^{b)}	106.2±16.5 ^{b)}	157.8±23.2
3% PE	346.6±45.2 ^{ab)}	87.9±13.2 ^{a)}	155.4±23.5
5% PE	331.9±40.5 ^{a)}	79.1±15.3 ^{a)}	154.0±12.5

^{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 6. The serum cholesterol concentrations and atherogenic index (AI) of male rats fed PE diets for 4 weeks (mg/dl)

Groups ¹⁾	Total cholesterol	HDL cholesterol	LDL+VLDL cholesterol	HDL-C/T-C ³⁾	AI ⁴⁾
Normal	93.7±16.3 ^{2b)}	30.6±3.1 ^{b)}	63.1±8.5 ^{a)}	32.6±3.3 ^{c)}	2.1±0.4 ^{a)}
Control	115.5±18.6 ^{b)}	26.5±3.7 ^{a)}	89.0±9.8 ^{b)}	22.9±3.9 ^{a)}	3.3±0.5 ^{c)}
3% PE	95.4±13.5 ^{a)}	26.8±2.1 ^{a)}	68.2±7.5 ^{a)}	28.1±4.0 ^{b)}	2.6±0.4 ^{b)}
5% PE	87.9±14.8 ^{a)}	27.9±2.5 ^{ab)}	60.1±9.7 ^{a)}	31.7±4.1 ^{bc)}	2.2±0.5 ^{ab)}

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

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

⁴⁾AI= (Total cholesterol - HDL-cholesterol)÷HDL-cholesterol.

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

레스테롤 농도는 대조군에 비해 3% 및 5% 새송이버섯군이 유의하게 감소하여 새송이버섯이 혈청의 총 콜레스테롤, LDL+VLDL-콜레스테롤 농도를 감소시키는 효과가 있는 것으로 나타났다.

식용버섯의 콜레스테롤 감소효과에 대한 연구로는 동충하초가 고지방을 섭취한 쥐의 혈청의 콜레스테롤 및 중성지질을 감소시킨다는 보고가 있다(19). Cheung[5]은 고콜레스테롤 식이에 풀버섯의 액체배양액의 다당류인 β-glucan을 1% 첨가한 식이로 2주간 사육한바 혈청의 총 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤 농도를 감소시키고, 변으로 배설되는 중성스테롤의 양은 증가시킨 반면 담즙산은 변화가 없음을 나타내어 β-glucan의 콜레스테롤 저하효과는 간에서 HMG-CoA reductase와 관련이 있음을 시사하였다. 또한 수용성 섬유소, β-glucan이나 펙틴 등이 쥐의 소장에서 담즙산과 결합하여 micelles 형성을 감소시키고, 소장 mucosa의 물리적 특성을 변화시켜 콜레스테롤 흡수를 낮춘다는 보고도 있다[9].

고콜레스테롤 식이에 흰목이버섯 분말을 흰쥐에 4주간 급여한바 혈청의 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤과 중성지질 농도를 감소시키고 변의 중성스테롤의 배설량이 증가되었다고 하였고[6], 그리고 버섯의 β-glucan이나 밝혀지지 않은 특수성분들이 콜레스테롤을 감소시키는 효과가 있다고 암시하였다[5,6]). Koh 등[23]은 고지방식이에 5% 새송이버섯 분말

을 성숙(21주령)한 흰쥐에 10주간 급여한바 혈청의 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 농도 및 동맥경화지수를 감소시키고, 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤의 비율을 증가시킨다고 하였다. 본 실험에서 성장기 쥐에 고콜레스테롤 식이를 4주간 급여한 결과도 상기 보고들과 유사한 경향으로 나타났다.

고콜레스테롤 식이에 새송이버섯 첨가시 혈청 콜레스테롤 감소 효과는 고콜레스테롤식으로 유발되는 VLDL의 형성을 억제하여 나타나는 것으로 새송이버섯에 함유된 키친(500 mg%), β-glucan(413.8 mg%), 섬유소(4.64 g%) 및 스테롤 등이나, 단백질, 특정 아미노산 또는 아미노산의 비율[27] 등이나, 밝혀지지 않은 성분들이 복합적으로 콜레스테롤의 이화작용의 촉진과 흡수를 감소시켜 혈중 콜레스테롤 농도를 낮추는 것이라 할 수 있으나, 콜레스테롤을 감소시키는 기전이나 성분에 대하여는 많은 연구가 이루어져야 하겠다.

총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤의 비율은 대조군에 비하여 새송이버섯군들이 유의하게 증가되어 그 비율을 높이는 효과가 있는 것으로 나타났다. 동맥경화지수는 대조군에 비하여 새송이버섯군들이 유의하게 감소되어 새송이버섯이 동맥경화지수를 낮추는 효과가 있는 것으로 나타나 상기보고[5,31]와 유사하였다.

순환기계로부터 오는 성인병은 주로 LDL-콜레스테롤의 함량으로 평가하고 동맥경화에 의하여 발병되는 발병초기 지표로 동맥경화지수를 이용하며[13], 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤의 비율은 개개의 지단백질 농도들 보다 심장질환의 위험정도를 나타내 주는 것으로 보고 되어있다[16]. 본 실험결과 3% 및 5% 수준의 새송이버섯 분말 섭취로 순환기계 질환의 지표로 이용되는 LDL+VLDL-콜레스테롤 농도를 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.

변의 지질 배설량

새송이버섯 분말이 변 및 지질 배설량에 미치는 영향을 조사한 바 Table 7과 같다. 변 배설량은 대조군에 비하여 3% 및 5% 새송이버섯군이 다소 낮은 경향이었으나 유의한 차이는 아니었고, 이는 식이섭취량이 대조군 보다 새송이버섯군들이 낮았는데 기인하는 것이라 할 수 있다. 변의 1일 총 지질 배설량은 정상군에 비해 대조군이 유의하게 증가되었고, 대조군에 비해 3% 및 5% 새송이버섯군이 각각 10.9% 및 15.1%씩 증가되었다. Cheung[5]은 고콜레스테롤 식이에 풀버섯 (*Volvariella volvacea*) 액체배양액의 다당류인 β-glucan을 1% 첨가한 식이로 사육한바 변으로 중성스테롤의 배설량이 증가되었다고 하였고, Oh 등[31]은 신령버섯의 성분인 다당류와 섬유소가 변의 지질배설량을 증가시킨다고 하였다.

Table 7. Fecal weight and total lipid concentrations of male rats fed PE diets for 4 weeks

Groups ¹⁾	Fecal dry wt. (g/day)	Fecal fat excretion	
		mg/g	mg/day
Normal	1.72±0.13 ^{2)a}	80.1±10.1 ^a	137.9±17.5 ^a
Control	1.95±0.22 ^b	125.6±16.0 ^b	238.5±30.7 ^b
3% PE	1.84±0.20 ^{ab}	147.9±15.1 ^c	264.5±28.3 ^{bc}
5% PE	1.87±0.23 ^{ab}	152.4±16.1 ^c	274.5±31.5 ^c

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

Table 8. Glutamic pyruvic transamiase (GPT), glutamic oxaloacetic transaminase (GOT) and, γ-glutamyltranspeptidase (γ-GTP) activities in serum of male rats fed PE diets for 4 weeks. (U/L)

Groups ¹⁾	GPT	GOT	γ-GTP
Normal	44.9±7.8 ^{2)NS}	115.9±19.3 ^{NS3)}	12.2±0.8 ^{NS}
Control	43.7±8.1	117.8±11.6	14.6±0.9
3% PE	46.6±8.4	109.1±16.4	12.6±1.3
5% PE	45.7±8.3	122.7±17.9	13.1±0.9

^{1,2,3)}See the legends in Table 1.

본 실험결과도 상기 보고와 유사한 경향으로 새송이버섯의 성분인 다당류나 섬유소가 장에서 지질흡수를 억제하여 변으로 지질배설량을 증가시킨 것이라 할 수 있으나 그 기전이나 성분에 대하여는 많은 연구가 이루어져야 하겠다.

혈청의 효소활성

고콜레스테롤 식이에 새송이버섯 분말 섭취시 흰쥐의 간의 기능지표 효소활성을 측정할 결과는 Table 8과 같다. 혈청의 GOT, GPT 및 γ-GTP의 활성은 정상군과 새송이버섯군이 비슷한 수준으로 새송이버섯 분말을 5% 수준의 섭취에 의한 간의 기능에는 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

요 약

새송이버섯이 고콜레스테롤 식이를 섭취한 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향을 조사하고자, 생후 8주령 수컷을 정상식이군, 대조식이군(5% 옥수수기름, 5% 돈지 및 0.5% 콜레스테롤을 첨가한 식이) 및 대조식이에 새송이버섯 분말을 3% 및 5%씩 첨가한 식이군(3% 및 5% 새송이버섯군) 등 4군으로 나누어 4주간 사육한 결과는 다음과 같다.

실험동물의 체중증가량 및 식이효율은 대조군에 비하여 3% 및 5% 새송이버섯군이 유의하게 감소되었다. 간과 부고환 지방의 무게는 대조군에 비해 5% 새송이버섯군이 유의하게 감소되었다. 간의 콜레스테롤 및 중성지질 농도는 대조군

에 비하여 5% 새송이버섯군이 유의하게 감소되었다. 혈청의 중성지질, 총 콜레스테롤과 LDL+VLDL-콜레스테롤 농도 및 동맥경화지수는 대조군에 비해 새송이버섯군이 유의하게 감소되었다. 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤의 비율은 대조군에 비해 새송이버섯군이 유의하게 증가되었다. 변의 지질배설량은 5% 새송이버섯군이 대조군 보다 유의하게 증가된 것으로 나타났다. 이상의 결과로 보아 고콜레스테롤 식이에 새송이버섯 분말 첨가 급여시 흰쥐의 일부 지질대사를 개선시키는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

- Anderson, J. W. and C. A. Bryant. 1986. Dietary fiber: Diabetes and obesity. *Am. J. Gastroenterol* **81**, 898-905.
- AOAC. 1980. *Official of analysis*. pp. 211-260, 15th eds., Association of Official Analytical Chemists. Washington DC.
- 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.
- 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.
- Cheung, P. C. K. 1996. The hyporcholesterolemic effect of extracellular polysaccharide from the submerged fermentation of mushroom. *Nutr. Res.* **16**, 1953-1957.
- Cheung, P. C. K. 1996. 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.
- Cheung, P. C. K. 1998. Plasma and hepatic cholesterol levels and fecal neutral sterol excretion are altered in hamsters fed straw mushroom diets. *J. Nutr.* **128**, 1512-1516.
- Chibada, I., K. Okumura, S. Takeyama and A. Kotera. 1969. Lentinacin, a new hypocholesterolemic substance in *Lentinus edodes*. *Experientia* **25**, 1237-1242.
- Ebihara, K. and B. O. Schnceman. 1989. Interaction of bile acids, phospholipids, cholesterol and triglycerides with dietary fiber in the small intestine of rats. *J. Nutr.* **119**, 1100-1106.
- 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.
- Frings, C. S. and R. T. Dunn. 1970. A colorimetric method for determination of total serum lipid based on the sulfo-phospho-vanillin reaction. *Am. J. Clin. Path.* **53**, 89-91.
- Guillen F., C. Munoz, V. Gomez-Toribio, A. T. Martinez and, M. J. Martinez. 2000. Oxygen activation during oxidation of methoxyhydroquinones by laccase from *Pleurotus eryngii*. *Applied Environ. Microbiology* **66**, 170-175.

13. 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.
14. Hwang, Y. J., H. K. Nam and S. H. Kim. 2003. Effect of *Lentinus edodes* and *Pleurotus eryngii* extracts on proliferation and apoptosis in Human colon cancer cell lines. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **31**, 217-222.
15. Kang, T. S., M. S. Kang and S. Y. Lee. 2001. Effect of *Pleurotus eryngii* on the blood glucose and cholesterol in diabetic rats. *Korean J. Mycology* **29**, 86-90.
16. Kailash, P. 1999. Reduction of serum cholesterol and hypercholesterolemic atherosclerosis in rabbits by secoisolariciresinol diglucoside isolated from flaxseed. *Circulation* **99**, 1355-1362.
17. Kim, J. Y., H. I. Kang and K. I. Seo. 2004. Antioxidative and antitumor activities of crude polysaccharide fraction *Pleurotus eryngii*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **33**, 1589-1593.
18. 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.
19. 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.
20. Koh, J. B. 2003. 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.
21. 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.
22. Koh, J. B. and J. Y. Kim. 2004. Effects of liquid culture of *Agaricus blazei* Murill on lipid metabolism in rats fed cholesterol diet. *Journal of Life Science* **14**, 531-536.
23. Koh, J. B. 2005. Effects of *Pleurotus eryngii* on lipid metabolism in rats fed high fat diet. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **34**, 626-631.
24. Koh, J. B. 2005. Effects of liquid culture of *Coriolus versicolor* on lipid metabolism and enzyme activities in rats fed cholesterol diet. *Journal of Life Science* **15**, 790-795.
25. Kubo, K. and N. Nanba. 1996. The effect of Maitake mushrooms on liver and serum lipids. *Altern. Ther. Health Med.* **2**, 62-69.
26. Liu, F., V.E. Ooi and S. T. Chang. 1997. Free radical scavenging activities of mushroom polysaccharide extracts. *Life Sci.* **60**, 763-766.
27. Manzi, P., L. Gambelli, S. Marconi, V. Vivanti and L. Pizzoferrato. 1999. Nutrients in edible mushrooms: an inter-species comparative study. *Food Chemistry* **65**, 477-482.
28. Manzi, P., S. Marconi, A. Aguzzi and L. Pizzoferrato. 2004. Commercial mushrooms: nutritional quality and effect of cooking. *Food Chemistry* **84**, 201-206.
29. 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.
30. Moon, S. P. and J. B. Koh. 2004. Effects of liquid culture of *Coriolus versicolor* on lipid metabolism and enzyme activities in rats fed high fat diet. *Korean J. Nutrition* **37**, 88-94.
31. Oh, S. W., C. U. Lee and J. B. Koh. 2004. Effects of *Agaricus blazei* Murill on lipid metabolism in rats fed high fat diet. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **33**, 821-826.
32. 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.
33. Sugiyama, K., S. Saeki and Y. Ishiguro. 1992. Hypercholesterolemic activity of ningyotake (*Poyporus confluens*) mushroom in rats. *J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci.* **45**, 265-270.
34. 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.
35. Tsang, K. W., C. L. Lam and W. K. Lam. 2003. *Coriolus versicolor* polysaccharide peptide slows progression of advanced non-small cell lung cancer. *Respiratory Medicine* **97**, 618-624.
36. Yoshiaki, F., K. Hidekazu, O. Koichi, S. Ryo and E. Takusaburo. 1998. Tumoricidal activity of high molecular weight polysaccharides derived from *Agaricus blazei* via oral administration in the mouse tumor model. *J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci.* **45**, 246-252.