

신령버섯이 고지방 식이를 급여한 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향

오세원¹ · 이충언² · 고진복^{2*}

¹광주보건대학 치위생과

²신라대학교 생명과학과

Effects of *Agaricus blazei* Murill on Lipid Metabolism in Rats Fed High Fat Diet

Se-Won Oh¹, Choong-Un Lee² and Jin-Bog Koh^{2*}

¹Dept. of Dental Hygiene, Kwangju Health College, Gwangju 506-701, Korea

²Dept. of Life Science, Silla University, Busan 617-736, Korea

Abstract

The effects of the fruiting body of *Agaricus blazei* Murill on the weight gains, food intakes, food efficiency ratios, serum and hepatic lipids concentrations were investigated in male rats. Sprague-Dawley rats, 21 weeks old, were given four different types of diets for a succeeding period of 10 weeks: either a normal diet (5% corn oil), a high fat diet (high fat; 20% lard), a 3% or 5% *Agaricus* diet (high fat diet+3% or 5% *Agaricus* powder). The body weight gains and food efficiency ratios of the rats fed 5% *Agaricus* diet were significantly lower than those of the rats fed high fat diet. The hepatic and kidney weights of the rats fed *Agaricus* diets were similar to those of the rats fed high fat diet. The epididymal fat pad weights of the rats fed 3% or 5% *Agaricus* diets were significantly lower than those of the rats fed high fat diet. The concentrations of hepatic and serum triglyceride in the rats fed 5% *Agaricus* diet were significantly lower than those in the rats fed high fat diet. But the hepatic total cholesterol of rats fed the 3% or 5% *Agaricus* diets were similar to those of rats fed the high fat diet. The concentrations of serum total cholesterol, LDL-cholesterol and atherogenic index in rats fed the 3% or 5% *Agaricus* diets were significantly decreased compared with those of rats fed the high fat diet. The HDL-cholesterol/total-cholesterol ratios of the rat fed 3% or 5% *Agaricus* diet were significantly increased compared with those of rats fed the high fat diet. There were no differences in serum concentrations of HDL-cholesterol and phospholipid among the experimental groups. These results showed that the 5% *Agaricus* diet feeding decreased the total cholesterol, the triglyceride, the LDL-cholesterol and the atherogenic index, and increased the HDL-cholesterol/total-cholesterol ratio in serum of rats.

Key words: mushroom, *Agaricus blazei*, high fat diet, hypocholesterolemic, atherogenic index

서 론

죽상동맥경화증의 예방에는 일반적으로 혈중 고콜레스테롤 농도를 정상수준으로 감소시키는 것이 효과적이라고 알려져 있다(1). 이에 혈중 콜레스테롤 농도를 감소시킬 수 있는 신물질 개발에 많은 연구가 진행되고 있으며 특히 식용이나 약용으로 이용되는 버섯은 당질, 단백질, 비타민, 무기질, 섬유소, 스테롤 등의 영양소가 풍부할 뿐만 아니라 저열량 식품으로 만성퇴행성 질환의 예방이나 치료효능이 있는 것으로 알려지면서 버섯의 이용이 증가되고 있다.

식용버섯이 지질대사에 미치는 선행연구로는 느타리버섯 분말을 쥐에 급여한 바 혈청과 간의 콜레스테롤 농도가 유의하게 감소하였고 HDL-콜레스테롤 농도는 유의하게 증가되

었다고 하였다(2,3). 느타리버섯이 지질의 과산화작용을 억제한다고 하였고(4), Pella와 Rybar(5)는 관상심장질환이 있는 고지혈증 환자에게 매일 10g의 느타리버섯(tablet)을 1개월간 급여한 바 혈중 중성지질은 유의하게 감소하였으나, 총 콜레스테롤은 다소 감소하였다고 하였다.

표고버섯에 함유된 *lentinacin*과 *eritadenine*이 혈액 콜레스테롤을 낮추는 효과가 있고 또한 혈액순환을 원활하게 하여 혈관계질환을 예방할 수 있다고 하였고(6,7), 또한 표고버섯 열수 추출물이 흰쥐의 혈청과 간의 지질 농도를 감소시킨다고 하였다(8). 영지버섯 열수추출액의 다당체가 본태성 고혈압 흰쥐의 고혈압 치료효과와 더불어 혈청의 콜레스테롤 농도를 저하시켜 고지혈증을 개선시킨다고 하였고(9), 표고버섯, 영지버섯 및 느타리버섯을 혼합한 식이로 흰쥐를 사육한

*Corresponding author. E-mail: jbkoh@silla.ac.kr
Phone: 82-51-309-5471, Fax: 82-51-309-5176

바 혈액의 총 콜레스테롤 농도를 감소시킨다고 하였고(10), 동충하초 및 눈꽃동충하초가 흰쥐의 혈청 중성지질을 감소시킨다고 하였다(11-13). Cheung(14)은 고콜레스테롤 식이에 풀버섯 액체배양액의 다당류인 β -glucan을 1% 첨가한 식이로 2주간 사육한 바 혈청의 총 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤 농도를 감소시키고, 변으로 중성스테롤의 배설양이 증가되었다고 하였고, 고지방식이에 풀버섯 자실체 분말을 첨가한 식이로 4주간 사육한 바 간과 혈장의 콜레스테롤이 유의하게 감소되었다고 하였다(15).

신령버섯(*Agaricus blazei* Murill)은 담자균류에 속하는 식용버섯의 한 종류로 국내에서는 아가리쿠스버섯 또는 흰들버섯이라 한다. 이 버섯의 전체적인 외형은 양송이와 유사하지만 양송이보다 향이 강하고 버섯대가 두껍고 길며 육질의 맛이 좋은 것이 특징이다(16). 신령버섯의 일반성분으로는 한국산(자실체)은 수분 1.25%, 단백질 49.09%, 탄수화물 5.40%, 회분 6.80%, 지방질 6.57%, 분석하지 않은 성분 30.89%(식이섬유소로 추정), 아미노산 16종, 불포화 지방산의 78.3%가 linoleic acid이고(17), 대만산(균사체)은 수분 10.7%, 단백질 15.6%, 탄수화물 42.4%, 섬유질 26.4%, 회분 5.9%, 지방질 9.6%이고(18), 일본산(자실체)은 수분 85~87%이고, 건조한 버섯은 단백질 40~45%, 탄수화물 38~45%, 섬유질 6~8%, 회분 5~7%, 지방질 3~4%, ergosterol 0.1~0.2% 및 비타민 등이 함유되어 있고(19), 특히 당질과 단백질이 풍부한 버섯이다.

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, 항종양, 항돌연변이 등의 효과를 나타내는 다당체는 β -glucan으로 그 구조는 β -(1-6)-glucosyl의 가지를 가진 β -(1-3)-glucan이라고 하였다(19-24). Koh(25)는 신령버섯 균사체 배양액이 성장기 쥐의 LDL-콜레스테롤과 동맥경화지수를 낮추는 효과가 있다고 하였고, Lee와 Koh(26)는 고지방 식이를 급여한 쥐에 신령버섯 균사체 배양액이 혈청 중성지질과 콜레스테롤 농도를 감소시킨다고 하였다. Choi와 Koo(27)는 신령버섯의 β -glucan은 비만인 당뇨쥐의 식후혈당의 상승을 억제하는 효과가 있고 중성지방 농도를 낮추어 혈액의 지질조성을 개선시켜 심혈관질환을 감소시킬 수 있다고 하였다.

이상의 연구내용에서 신령버섯의 다양한 약리작용이 알려지고 또한 만성퇴행성 질환의 예방이나 치료제로 이용되고 있으나, 고지혈증에 미치는 신령버섯 자실체의 효과에 대한 체계적인 연구는 드문 실정이다. 따라서 본 연구는 신령버섯이 동물성 지방의 과다섭취로 오는 비만이나 고지혈증의 예방이나 치료에 미치는 효과를 검토하고자 생후 21주령의 수컷을 대상으로 하여 고지방 식이(20% 돈지)에 신령버섯 자실체 분말을 3% 및 5%씩 첨가하여 10주간 급여하고, 체중변

화, 식이효율, 간과 혈청의 지질 농도를 조사하였다.

재료 및 방법

신령버섯

시료로 사용된 신령버섯 자실체(*Agaricus blazei* Murill)는 아가리쿠스 마을농장(충남)에서 2003년 9월에 채배하여 건조시킨 것을 구입하여 분말화하여 시료로 사용하였다. 시료보관은 -20°C 에서 냉동보관하였다. 신령버섯의 일반성분은 수분 6.4%, 조단백질($\text{N} \times 4.38$) 33.5%, 조지방 5.3%, 회분 6.5%이고(28), 분석하지 않은 성분이 48.3%로 탄수화물과 섬유소로 추정된다.

실험동물의 식이 및 사육

실험동물은 본 대학 실험실에서 번식시켜 고휘사료(삼양 유지사료)로 사육한 생후 21주령의 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐를 표준사료로 1주일 동안 적응시킨 후, 평균체중이 480.2 ± 28.0 g의 동물을 한 군에 8마리씩 4군으로 나누어 실험에 사용하였다. 실험식이의 조성은 Table 1과 같다. 실험군은 정상군, 고지방군(정상식이에 20% 돈지 첨가), 3% 및 5% 신령버섯군(고지방식이에 신령버섯 분말을 3% 및 5%씩 첨가한 군) 등 4군으로 나누어 해당 식이로 10주간 사육하였다. 선행 연구에서 섬유소 대신 느타리버섯(2,3) 및 풀버섯(15) 분말을 사용한 실험에 준하여 본 실험에서도 섬유소와 대체하여 신령버섯 분말을 사용하여 그 효과를 검토하고자 시도하였다. 동물실험실의 사육조건은 온도 $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$, 습도 40~50%로 유지시키고, 명암은 12시간을 주기로 자동조절되었으며, 물과 실험식은 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 보정하여 식이섭취량을 산출하였다. 식이효율은 실험 전 기간의 체중증가량을 같은 기간 동안에 섭취한 식이량으로 나누어

Table 1. Composition of experimental diets (g %)

Ingredients	Normal	High	3%	5%
		fat	Agaricus	Agaricus
Casein	14.0	14.0	14.0	14.0
Corn starch	60.45	45.45	45.45	45.45
Sucrose	10.0	10.0	10.0	10.0
Corn oil	5.0	-	-	-
Lard	-	20.0	20.0	20.0
DL-methionine	0.3	0.3	0.3	0.3
Choline bitartrate	0.25	0.25	0.25	0.25
Mineral mix. ¹⁾	3.5	3.5	3.5	3.5
Vitamin mix. ²⁾	1.5	1.5	1.5	1.5
Cellulose	5.0	5.0	2.0	-
<i>Agaricus</i> ³⁾	-	-	3.0	5.0

^{1,2)} AIN-93-MX mineral and AIN-93-VX vitamin mixture (29).

³⁾ Fruiting body of *Agaricus blazei* powder.

산출하였다. 즉 식이효율(food efficiency ratio; FER) = 체중 증가량(g)/식이섭취량(g)×100으로 하였다.

시료채취 및 분석

10주간 실험종료 일에 20시간 절식시킨 실험동물을 ethyl ether로 마취하고 심장에서 채혈하고, 채혈된 혈액은 실온에서 30분 후 3,000 rpm에서 20분간 원심분리한 혈청을 분석시료로 사용하였다. 채혈 후 즉시 각 장기 및 부고환지방을 떼어 생리식염수로 혈액을 씻은 다음 무게를 측정하였다. 분의 수집은 실험종료 전 4일간 분을 모아서 1일간 풍건 후 100°C에서 2시간 건조하여 분석시료로 사용하였다.

혈청의 중성지질, 인지질, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 농도는 자동생화학분석기(Autohumalyzer 900S, Germany)로 측정하였고, LDL 콜레스테롤 농도는(Polymedco NY) kit 시약으로 측정하였다. 동맥경화지수(atherogenic index: AI)는 Haglund 등(30)의 방법에 따라서 AI = (total cholesterol - HDL-cholesterol) ÷ HDL-cholesterol 식으로 계산하였다. 간과 분의 지질은 Folch 법(31)으로 추출하여 지질측정용으로 사용하였다. 간과 분의 총 지질은 phospho-vanillin 법(32), 간의 중성지질 및 총 콜레스테롤(榮研化學, Japan) 농도는 각각의 측정용 kit 시약으로 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

10주간 실험식이를 급여한 결과 실험동물의 체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율의 변화는 Table 2와 같다. 체중증가량은 정상군에 비하여 고지방군이 유의한 차이는 아니나 다소 증가하였다. Park과 Park(33)은 20% 우지를 성장기 쥐에 급여시 8주까지는 대조군과 비슷하였다가 12주 이상 장기간 급여시 대조군에 비하여 체중이 유의하게 증가하였다는 보고와 본 실험결과도 유사한 경향으로 10주간의 고지방 식이

섭취로 체중이 증가되는 경향을 보였다. 고지방군에 비하여 고지방식이에 3%의 신령버섯을 급여한 군(3% 신령버섯군)의 체중이 다소 낮았으나, 5% 신령버섯군의 체중이 유의하게 낮았다. Koh와 Choi(11)는 1% 콜레스테롤식이에 동충하초 자실체 및 군사체를 각각 3%씩 첨가한 군이 1% 콜레스테롤식이군보다 체중증가량이 유의하게 감소되어 정상군과 비슷한 체중을 유지하였다고 하였고, 동충하초 및 눈꽃동충하초 지실체 분말을 고지방 식이에 3% 첨가한 식이로 성숙한 흰쥐를 5주간 사육한 바 체중이 감소되었음은 동충하초의 다당류나 섬유소가 체중증가를 감소시키는 것이라고 하였다(12,13). 본 실험에서 5% 신령버섯군이 고지방군보다 체중증가량이 유의하게 낮았음은 상기보고(11-13)와 유사한 경향으로 신령버섯에 함유된 다당류나 섬유소가 고지방 식이를 섭취한 성숙한 쥐의 체중증가를 감소시키는 것으로 나타났다.

식이섭취량은 정상군과 고지방군은 비슷하였으나 3%와 5%의 신령버섯군은 유의한 차이는 아니나 다소 감소하였다. 식이효율은 고지방군에 비하여 3% 및 5% 신령버섯군이 유의하게 감소하여 체중증가량과 유사한 경향으로 나타났다.

장기 무게 변화

신령버섯 각 장기 및 부고환지방 무게에 미치는 영향을 조사하고자 체중 100 g 당 각 장기의 무게를 측정된 결과는 Table 3과 같다. 간과 신장의 무게는 정상군과 각 실험군이 비슷한 경향으로 신령버섯 섭취에 의한 영향은 나타나지 않았다. 부고환지방 무게는 정상군에 비하여 고지방군이 유의하게 증가하여 고지방식이에 의한 체지방축적이 유도된 것으로 나타났으나 3% 및 5% 신령버섯군의 부고환지방무게는 고지방군에 비하여 유의하게 감소되어 정상군과 비슷하였다. 신령버섯의 섬유소와 다당류가 장에서 지방의 흡수를 감소시켜 부고환지방이 정상 수준으로 유지된 것이라 할 수 있다.

간의 지질 농도 변화

신령버섯 섭취시 간의 총 지질, 콜레스테롤 및 중성지질의 농도는 Table 4와 같다. 간의 콜레스테롤 농도는 고지방군과 각 수준별 신령버섯군이 비슷하여 콜레스테롤 농도를 낮추는 효과는 나타나지 않았다. 간의 총 지질 및 중성지질 농도

Table 2. The body weight gain, food intake and food efficiency ratio (FER) of male rats fed *Agaricus blazei* for 10 weeks

Groups ¹⁾	Body weight gains (g)			Food intake (g/day)	FER (%)
	Initial	Final	Gains		
Normal	484.6±23.0 ²⁾	580.9±37.4	95.3±30.5 ^{ab4)}	23.4±2.2 ^{NS3)}	5.82±1.28 ^{ab}
High fat	480.4±29.8	595.4±40.8	115.0±35.5 ^b	23.0±3.2	7.14±1.64 ^b
3% Agaricus	482.5±27.5	571.9±41.1	89.4±30.8 ^{ab}	22.8±2.4	5.61±2.49 ^{ab}
5% Agaricus	480.8±20.2	558.5±38.1	77.7±23.9 ^a	22.1±2.1	5.02±1.22 ^a

¹⁾Group abbreviations: Normal = normal diet group, High fat = normal diet + 20% lard group, 3% or 5% Agaricus = high fat diet + 3% or 5% *Agaricus blazei* 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.

Table 3. The organ weights of male rats (g/100 g body weight)

Groups ¹⁾	Liver	Kidney	EFP ⁴⁾
Normal	2.53±0.12 ^{2)NS}	0.53±0.04 ^{NS3)}	1.01±0.14 ⁴⁵⁾
High fat	2.61±0.22	0.49±0.05	1.28±0.18 ^b
3% Agaricus	2.61±0.25	0.52±0.05	1.08±0.13 ^a
5% Agaricus	2.60±0.23	0.51±0.03	1.07±0.12 ^a

^{1,2,3)}See the legend of Table 2.⁴⁾EFP: epididymal fat pad.⁵⁾Values within a column with different superscripts letters are significantly different at p<0.05.**Table 4. The hepatic lipid concentrations of male rats (mg/g of wet liver)**

Groups ¹⁾	Total lipid	Cholesterol	Triglyceride
Normal	55.7±10.2 ^{2)ab3)}	3.84±0.47 ^a	37.8±5.8 ^a
High fat	97.4±15.6 ^c	4.82±0.37 ^b	65.3±8.7 ^c
3% Agaricus	86.0±12.5 ^{bc}	4.55±0.41 ^b	59.4±7.6 ^{bc}
5% Agaricus	80.3±13.5 ^b	4.48±0.44 ^b	53.4±8.0 ^b

^{1,2)}See the legend of Table 2.³⁾Values within a column with different superscripts letters are significantly different at p<0.05.

는 고지방군에 비하여 3% 신령버섯군은 다소 감소되었으나 5% 신령버섯군은 유의하게 감소하였다. 5% 수준의 신령버섯 분말섭취시 간의 총 지질 및 중성지질 농도를 낮추는 효과가 나타났다. 식용버섯이 간의 지질 농도에 미치는 영향에 대한 연구로 표고버섯 열수추출 다당류(8), 동충하초 자체 분말(12), 동충하초 균사체 배양액(34) 및 다발구멍장이 버섯 분말(35) 등이 간의 중성지질 농도를 감소시킨다는 보고와 본 실험결과도 비슷한 경향으로 신령버섯의 성분인 다당류나 섬유소가 장에서 지질흡수를 지연시키거나 억제하여 간의 중성지질 농도를 낮추는 것으로 생각되나 신령버섯의 어떤 종류의 다당류나 식이 섬유소가 간의 지질 농도에 영향을 주는지에 대하여는 많은 연구가 이루어져야 하겠다.

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

Groups ¹⁾	Total lipid	Triglyceride	Phospholipid
Normal	405.1±42.2 ^{2)ab4)}	97.7±15.4 ^b	147.4±20.4 ^{NS3)}
High fat	409.8±51.8 ^b	102.9±17.2 ^b	141.9±22.5
3% Agaricus	339.9±45.9 ^a	95.4±15.1 ^{ab}	129.7±14.9
5% Agaricus	330.8±42.5 ^a	81.4±12.4 ^a	126.2±14.6

^{1,2,3)}See the legend of Table 2.⁴⁾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 (mg/dL)**

Groups ¹⁾	Total cholesterol	HDL-cholesterol	LDL-cholesterol	HDL-C/T-C ⁴⁾	AI ⁵⁾
Normal	99.8±13.6 ^{2)ab6)}	34.40±3.42 ^{NS3)}	12.81±0.94 ^b	34.46±4.14 ^a	1.92±0.21 ^c
High fat	97.7±12.8 ^b	33.71±4.88	13.30±1.76 ^b	34.50±4.88 ^a	1.90±0.20 ^c
3% Agaricus	80.9±10.8 ^a	31.39±3.34	10.51±1.20 ^a	39.19±3.34 ^b	1.57±0.16 ^b
5% Agaricus	78.5±12.6 ^a	35.55±4.98	10.25±1.51 ^a	45.28±4.12 ^c	1.21±0.17 ^a

^{1,2,3)}See the legend of Table 2. ⁴⁾HDL-C/T-C (%) = (HDL-cholesterol ÷ Total cholesterol) × 100.⁵⁾AI = (Total cholesterol - HDL-cholesterol) ÷ HDL-cholesterol.⁶⁾Values within a column with different superscripts letters are significantly different at p<0.05.

혈청의 지질농도 변화

혈청의 지질농도 변화는 Table 5 및 6과 같다. 혈청의 중성지질 농도는 고지방군에 비해 5% 신령버섯군은 유의하게 감소되었다. 총 콜레스테롤 농도는 고지방군에 비해 3% 및 5% 신령버섯군이 유의하게 감소하여 신령버섯이 혈청의 중성지질과 총 콜레스테롤 농도를 감소시키는 효과가 있는 것으로 나타났다.

식용버섯의 콜레스테롤 저하효과에 대한 선행연구로는 표고버섯에 함유된 letinacin과 eritadenine이 혈액 콜레스테롤을 낮추는 효과가 있고 또한 혈액순환을 원활히 하여 혈관계 질환을 예방할 수 있다는 보고가 있고(6,7), 영지버섯 열수추출액에 함유된 다당체가 본태성 고혈압 흰쥐의 고혈압 치료 효과와 더불어 혈청의 콜레스테롤 농도를 저하시켜 고지혈증을 개선시킨다고 보고하였다(9). 표고버섯, 영지버섯 및 느타리버섯 혼합분말을 첨가한 식이로 흰쥐를 사육한 바 혈액의 총 콜레스테롤 농도를 감소시킨다고 하였고(10), 동충하초가 고지방을 섭취한 쥐의 혈청의 콜레스테롤 및 중성지질을 낮추었다고 하였다(12).

Cheung(14)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 증가하고 반면 담즙산은 변화가 없음을 보여 다당류인 β-glucan의 콜레스테롤 저하효과는 간에서 HMG-CoA reductase와 관련이 있음을 제시하였다. 풀버섯이 혈청과 간의 콜레스테롤을 감소시킨다고 하였고(15), 고콜레스테롤 식이에 흰목이버섯 분말을 흰쥐에 4주간 급여한 바 혈청의 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤과 중성지질 농도를 감소시키고 분중 중성스테롤 배설량이 증가되었다고 하였다(36). 버섯 다당류인 β-glucan이나 밝혀지지 않은 특수성분들이 콜레스테롤을 감소시키는 효과가 있다고 암시하였다(14,36). 수용성 섬유소(β-glucan), 팩틴 등이 쥐의 소장에서 담즙산과 결합하여 micelles 형성을 감소시키고, 소장 mucosa의 물리적 특성을 변화시켜 콜레스테롤 흡수를 낮출 것이라고 하였다(37).

본 실험결과 상기 보고들과 유사한 경향으로 신령버섯 분말에 함유된 다당류인 β-glucan, 스테롤류 및 식이섬유소가 소장에서 콜레스테롤과 중성지질의 흡수나 재흡수를 감소시켜 혈중 콜레스테롤과 중성지질 농도를 낮추는 것이라 할 수 있으나 콜레스테롤을 감소시키는 성분이나 그 기전에 대하여

Table 7. The feces weight and total lipid concentrations of male rats

Groups ¹⁾	Fecal wt. g/day	Total lipid	
		mg/g	mg/day
Normal	2.09±0.34 ^{2)NS3)}	118.4±17.4 ⁴⁾	246.4±38.6 ^a
High fat	2.28±0.46	177.4±22.2 ^b	404.5±58.5 ^b
3% Agaricus	1.91±0.40	211.2±17.7 ^c	403.4±45.1 ^b
5% Agaricus	1.89±0.31	232.8±20.7 ^d	439.9±50.7 ^b

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

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

여는 많은 연구가 이루어져야 하겠다.

HDL-콜레스테롤 농도는 고지방군과 신령버섯군들이 유사하였으나, 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤의 비율은 고지방군에 비하여 신령버섯군들이 유의하게 증가되어 그 비율을 높이는 효과가 있는 것으로 나타났다. LDL-콜레스테롤 농도 및 동맥경화지수는 고지방군에 비하여 3% 및 5% 신령버섯군은 유의하게 감소되어 LDL-콜레스테롤 농도와 동맥경화지수를 낮추는 효과가 있는 것으로 나타나 상기보고(2,14,15,36)들과 유사하였다.

순환기계로부터 오는 성인병은 주로 LDL-콜레스테롤의 함량으로 평가하고, 동맥경화에 의하여 발병되는 발병초기 지표로 동맥경화지수를 이용하고(30), 또한 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤의 비율은 개개의 지단백질 농도들보다 심장질환의 위험정도를 잘 나타내 준다고 보고되어 있다(38,39). 본 실험결과 3% 및 5% 수준의 신령버섯 섭취로 순환기계 질환의 지표로 이용되는 LDL-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.

분 배설량 및 지질 배설량

신령버섯이 분 배설량 및 지질 배설량에 미치는 영향을 조사한 바 Table 7과 같다. 분 배설량은 고지방군에 비하여 신령버섯군들이 다소 낮은 경향으로 식이섭취량이 고지방군보다 신령버섯군들이 낮는데 기인하는 것이라 할 수 있다. 분의 총 지질은 g당 배설량은 고지방군에 비하여 신령버섯군들이 유의하게 증가되었으며, 1일 배설량은 5% 신령버섯군이 고지방군보다 다소 증가된 것으로 나타났다. 이는 신령버섯의 성분인 다당류와 섬유소가 지질흡수를 억제하여 분으로 지방 배설량을 증가시킨(36,37) 것이라 할 수 있다.

요 약

신령버섯이 고지방식이를 섭취한 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향을 조사하고자, 생후 21주령의 수컷에 표준식이를 급여한 정상군, 표준식이에 20% 돈지를 첨가한 식이를 급여한 고지방군, 고지방 식이에 신령버섯 자실체 분말을 3% 및

5%씩 첨가한 식이를 급여한 군(3% 및 5% 신령버섯군) 등 4군으로 나누어 10주간 사육한 결과는 다음과 같다. 실험동물의 체중증가량 및 식이효율은 고지방군에 비해 3% 신령버섯군이 다소 감소되었으나, 5% 신령버섯군은 유의하게 감소되었다. 간과 신장의 무게는 고지방군과 신령버섯군들이 비슷하였으나, 부고환지방은 고지방군에 비해 신령버섯군들이 유의하게 감소되었다. 간의 콜레스테롤 농도는 고지방군과 신령버섯군들이 비슷한 수준으로 감소효과가 나타나지 않았다. 혈청 및 간의 중성지질 농도는 고지방군에 비해 5% 신령버섯군이 유의하게 감소되었다. 혈청의 총 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤 농도 및 동맥경화지수는 고지방군에 비해 3% 및 5% 신령버섯군이 유의하게 감소되었다. 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤의 비율은 고지방군에 비해 신령버섯군들이 유의하게 증가되었다. HDL-콜레스테롤 및 인지질 농도는 고지방군과 신령버섯군들이 비슷한 수준으로 신령버섯 섭취에 따른 영향은 나타나지 않았다. 이상의 결과로 보아 고지방식이를 급여한 흰쥐에 신령버섯을 5% 급여시 혈청과 간의 중성지질 농도, 혈청의 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 농도 및 동맥경화지수를 낮추고, 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤의 비율을 증가시키는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 2003년도 광주보건대학 연구지원비로 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Stamler J, Welthwoth D, Neaton JD. 1986. Is there a relationship between serum cholesterol and risk of premature death from coronary heart disease and grade? *J Am Med Assoc* 253: 2823-2828.
2. Bobek P, Ozdin L, Kuniak L. 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.
3. Bobek P, Ozdin L, Galbavy S. 1998. Dose- and time-dependent hypocholesterolemic effect of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) in rats. *Nutrition* 14: 282-286.
4. Filipel J. 1992. The effect of the mushroom *Pleurotus ostreatus* on the lipid peroxidation of phosphatidylcholine liposomes. *Pharmazie* 47: 393-398.
5. Pella D, Rybar R. 1997. *Pleurotus ostreatus*-effective hypo-lipidemic agent. *Atherosclerosis* 134: 332-338.
6. Chibada I, Okumura K, Takeyama S, Kotera A. 1969. Lentinacin, a new hypocholesterolemic substance in *Lentinus edodes*. *Experientia* 25: 1237-1242.
7. Sugiyama K, Akachi T, Yamakawa A. 1995. Hypocholesterolemic action of eritadenine is mediate by a modification of hepatic phospholipid metabolism in rat. *J Nutr* 125: 2134-2140.
8. 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.

9. Kabir Y, Kimura S, Tamura T. 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.
10. 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.
11. Koh JB, Choi MA. 2001. Effect of *Cordyceps militaris* on lipid metabolism in rats fed cholesterol diet. *Korean J Nutrition* 34: 265-270.
12. Koh JB. 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.
13. Koh JB, Choi MA. 2003. Effect of *Paecilomyces japonica* on lipid metabolism in rats fed high fat diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 238-243.
14. Cheung PCK. 1996. The hyporcholesterolemic effect of extracellular polysaccharide from the submerged fermentation of mushroom. *Nutr Res* 16: 1953-1957.
15. Cheung PCK. 1998. Plasma and hepatic cholesterol levels and fecal neutral sterol excretion are altered in hamsters fed straw mushroom diets. *J Nutr* 128: 1512-1516.
16. Sung JM, Yoo YB, Cha DY. 1998. *Mushroom*. Kyohaksa, Seoul. p 3-10.
17. Lee MH, Lee HJ, Cho IS. 1998. Chemical composition of *Agaricus blazei* Murill fruiting bodies cultivated in a Korean local farm. *J Fd Hyg Safety* 13: 94-98.
18. 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.
19. Mizuno T, Hagiwara T, Nakamura T, Ito H, Shimura K, Sumiya T. 1990. Antitumor activity and some properties of water soluble polysaccharides from the fruiting body of *Agaricus blazei* Muril. *Agric Biol Chem* 54: 2889-2896.
20. Mizuno T, Inagaki R, Kanao T, Hagiwara T. 1990. Antitumor activity and some properties of water-insoluble hetero-glucans from "Himematsutake" the fruiting body of *Agaricus blazei* Muril. *Agric Biol Chem* 54: 2897-2905.
21. Itoh H, Amano H, Noda H. 1994. Inhibitory action of a (1→6)-β-D-glucan-protein complex isolated from *Agaricus blazei* Muril on metha fibrosarcoma-bearing mice and its antitumor mechanism. *Jpn J Pharmacol* 66: 265-271.
22. Yoshiaki F, Hidekazu K, Koichi O, Ryo S, Takusaburo E. 1998. Tumorcidal 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.
23. 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.
24. 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.
25. Koh JB. 2003. Effects of liquid culture of *Agaricus blazei* Murill on growth, lipid and protein levels, and enzyme activities in rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 887-892.
26. Lee HJ, Koh JB. 2003. 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.
27. Choi JM, Koo SJ. 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.
28. AOAC. 1990. *Official of analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, USA.
29. 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.
30. 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.
31. 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.
32. 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.
33. Park YJ, Park YJ. 1997. Effect of high fat and high cholesterol diet on kidney function. *Korean J Nutrition* 30: 187-194.
34. Koh JB. 2003. Effect of liquid cultures of *Cordyceps militaris* on lipid metabolism and enzyme activities in hyperlipidemic female rats. *Korean J Life Science* 13: 265-272.
35. Sugiyama K, Saeki S, Ishiguro Y. 1992. Hypercholesterolemic activity of ningyotake (*Poyporus confluens*) mushroom in rats. *J Jpn Soc Nutr Food Sci* 45: 265-270.
36. Cheung PCK. 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.
37. 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.
38. Kinoshian 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.
39. Kailash P. 1999. Reduction of serum cholesterol and hypercholesterolemic atherosclerosis in rabbits by secoisolaric-resinol diglucoside isolated from flaxseed. *Circulation* 99: 1355-1362.

(2004년 2월 18일 접수; 2004년 5월 27일 채택)