J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.
29(2), 294~299(2000)

한국식품영양과학회지

표고버섯의 열수추출 다당류가 발암원을 첨가급여한 흰쥐의 지질 대사에 미치는 영향

최미연† · 임상선 · 정태영
부산대학교 식품영양학과

The Effects of Hot Water Soluble Polysaccharides from *Lentinus edodes* on Lipid Metabolism in the Rats Fed Butter Yellow

Mie-Youn Choi†, Sang-Sun Lim and Tae-Yung Chung

Dept. of Food Science and Nutrition, Pusan National University, Pusan 609-735, Korea

Abstract

The effects of hot water soluble polysaccharides extract (PS) of *Lentinus edodes* on the lipid components in the liver and plasma of the rats fed the butter yellow were investigated. Twenty four rats were divided into four groups and fed with the diet containing 15% casein, 30% sucrose and 10% soybean oil (basal diet; NO group), supplemented with butter yellow (BO group) or/and PS (NP, BP group). The contents of triglyceride and phospholipid in liver were significantly lower in BP group than BO group but the content of total lipid and total cholesterol were not significant difference between BO and BP. The concentrations of total cholesterol and triglyceride of plasma were significantly lower in BP than BO. As the results PS of *Lentinus edodes* prevent the triglyceride and cholesterol rise and then improve the lipid metabolism of rats fed the butter yellow.

Key words: p-dimethylaminoazobenzen, polysaccharides, *Lentinus edodes*, lipid

서 론

담자균류의 단백 결합 다당체는 면역체계 증강물질로 알려져 있고(1,2), 최근 가장 많은 사망원인이 되고 있는 암 뿐만 아니라 순환기계질환에도 효과가 있는 것으로 보고되고 있다(3,4). 식용버섯에 함유되어 있는 단백결합다당체의 효능은 균주의 종류와 산지에 따라 차이가 있다(5). 그중 영지의 열수추출액에 함유되어 있는 다당체가 본태성 고혈압에 치료효과가 있으며 혈청 중의 총 콜레스테롤, 혈청 중성 지방 및 혈청 β-lipoprotein 등을 저하시키고(6), 혈소판 응집, 혈전형성, 과산화지질 생성등을 억제시키므로써 고지혈증을 개선시키고 동시에 암에 대한 면역 증강 효과도 있는 것으로 보고되어 있다(7). 우리나라에서도 담자균류 중 버섯류의 연구는 알카로이드, 아미노산, 지방산, 스테로이드, 버섯 추출물에 대한 항균력 실험(8-11), 버섯 성분이 Hela 배양 세포 증식에 미치는 영향 등이 보고된 바 있다(12). Shim은 구름 버섯 배양 균사의 단백 결합 다당체가 면역 증강의 효과가 있음을 입증하였고(13), 그 밖에 팽나무버섯, 화경버섯, 구름버섯에서 각각 단백 다당결합체가 분리되었고 다양한 종류의 면역반응을 상승시키거나 회복시킨다고 보고하였다(14-16). 한편 표고버섯(*Lentinus edodes*)은 식품으로서 뿐만 아니라 강장, 이뇨, 고혈압, 신장염, 신경쇠약, 불면증, 천식, 위궤양 등의 치료에 효능이 있는 것으로 알려져 있다(17). 또한 표고버섯에서 분리된 다당류의 일종인 lentinan은 세포 면역반응을 촉진시키고 강력한 항암효력이 있으며, 최근에는 TNF(tumor necrosis factor)로 인한 발열, 빈혈 등의 전신 쇠약증상을 완화하는 것으로 보고되고 있다(18-20). 저자의 선행연구에서 표고버섯의 열수 가용성 다당류가 백혈병성 임파모 세포인 P_{388}에 대한 수명 연장 효과 및 암세포 증식 억제효과가 있는 것으로 나타났고(21), 또한 발암원으로 알려진 butter yellow(p-dimethylaminoazobenzen; p-DAB)를 투여했을 때 간장해를 완화하고 과산화 지질의 생성을 억제하며 생체내 항산화 효소의 활성이 저하되었는데(22), 이러한 표고버섯 단백결합 다당류의 효능은 체내 지질대사와도 깊게 관련될 수 있다. 따라서 본 연구에서는 표고버섯 열수가용성 다당류가 butter yellow를 급여한 흰쥐의 간과 혈청의 지질성분에 미치는 영향을 조사하고자 표고버섯 열수추출물을 6주간 투여한 후 간과 혈청의 지질 성분의 변화를 비교 분

†To whom all correspondence should be addressed

석하였다.

재료 및 방법

재료 및 다당류의 추출

표고 버섯(*Lentinus edodes*)은 경남 합천군 초계면에서 재배된 천연 표고 버섯을 구입하여 시료로 사용하였다. 표고버섯의 열수 가용성 다당류는 세절한 표고버섯을 homogenizer로 균질화한 후 증류수를 가하여 85~95°C에서 5시간씩 3회 반복 열수 추출하여 11,400×g에서 원심 분리하여 그 상청액에서 얻었다. 이를 1/10로 농축한 후 농축액에 3배량의 에탄올를 가하여 4°C에서 48시간 방치하여 형성된 침전물을 원심분리하여 무수알콜로 세척한 후 이를 증류수에 녹여 visking tube(Fisher No.201-B)를 사용하여 4°C에서 48시간 투석하였다. 투석 후 투석막 내부 물질을 감압농축하여 동결건조시켜 polysaccharide (PS) 분말을 얻었다.

실험동물의 사육 및 식이조성

실험동물은 생후 5주령된 SD계 숫쥐를 1주일간 사육실에서 적응시킨 후 6마리씩 4군으로 나누어 6주간 실험사육하였다. 사육기간 중 식이와 물 또는 표고버섯 열수추출물(이하 PS로 약칭함)은 자유로이 섭취시켰으며 PS는 실험사육 시작 1주전부터 물대신 공급하였다. 기초식이 및 실험식이의 조성은 Table 1과 같으며, 실험식이는 오전에 급여하였고 다음날 오전에 잔량을 측정하였다. 1군은 기초식이와 물을, 2군은 기초식이에 물 대신 PS를, 3군은 기초식이에 발암성 물질인 butter yellow(p-dimethyl aminoazobenzen 20 mg/20 g diet)를 첨가하였고, 4군은 기초식이에 butter yellow와 PS를 급여하였다.

실험동물의 처리

체중은 사육기간 중 격일로 오전 중에 측정하였고, 식이섭취량은 매일 사료잔량을 측정하여 산출하였다. 사육 6주간의 최종일에는 10시간 절식시킨 후 에테르로 마취하여 심장 천자법으로 채혈하였고 간, 비장 및 신장을 적출하여 중량을 측정하였다. 간은 중량 측정 후 생리식염수로써 문맥을 통하여 관류, 탈혈한 후 여과지로 물기를 제거하여 냉동고에 저장해 두면서 실험에 사용하였다. 혈액은 약 1시간 냉장고에 방치한 후 600×g에서 15 min 원심분리하여 혈청을 얻어 실험시료로 사용하였다. 간은 일부를 다시 ultracentrifuge로 4°C 105,000×g에서 1시간 원심분리하여 cytosol 분획분과 microsomal 분획분으로 분리하여 -20°C에 보관하면서 시료로 사용하였다.

혈장 및 간장의 지질성분 분석

혈장 중의 중성 지질, 총 콜레스테롤 및 HDL-콜레스테롤 농도는 kit 시약(Boehringer Mannheim사)을 사용하여 측정하였다. 간 조직의 총 지질은 Folch 등(23)의 방법으로 간장의 지질성분은 일정량의 조직을 chloroform : methanol = 2 : 1(v/v) 혼합액을 가하여 마쇄 균질화하여 No.7 여과지로 여과하고 50 mL로 정용한 다음 일정량을 취하여 건고시킨 후 콜레스테롤은 Zlatkis와 Zak(24)의 방법으로, 인지질은 Emg와 Noble의 방법(25)으로 분석하였다. 중성 지질은 Mendez 등의 방법으로 분석하였다(26).

통계처리

실험결과는 평균과 표준오차로 표시하였으며 실험군간의 통계적 유의성 검정은 $p<0.05$수준에서 Duncan's multiple test를 통하여 검증하였다.

결과 및 고찰

체중 증가량, 식이 섭취량 및 식이 효율

6주간 실험 사육한 흰쥐의 주별 체중의 변화는 Table 2와 같다.

체중 증가량은 기초식이에 표고버섯 열수추출물인 PS

Table 1. Composition of basal and experimental diets (%)

Ingredient \ Group	NO (basal)	NP	BO	BP
Casein	15.0	15.0	15.0	15.0
Sucrose	30.0	30.0	30.0	30.0
Corn starch	39.8	39.8	39.8	39.8
Vitamin mixture[1)]	1.0	1.0	1.0	1.0
Salt mixture[2)]	4.0	4.0	4.0	4.0
Choline chloride	0.2	0.2	0.2	0.2
Soybean oil	10.0	10.0	10.0	10.0
p-Dimethyl aminoazobenzen	-	-	0.1	0.1
Polysaccharide[3)]	-	*ad libitum*	-	*ad libitum*

[1)]AIN-76™.
[2)]Composition of salt mixture (mg/kg diet): $CaCO_3$ 292.9, $CaHPO_4(2H_2O)$ 4.3, KH_2PO_4 343.1, NaCl 250.6, $MgSO_4(7H_2O)$ 99.8, $Fe(C_8H_5O_7)H_2O$ 6.23, $CuSO_4(H_2O)$ 1.56, $MnSO_4(7H_2O)$ 1.21, $ZnCl_2$ 0.2, KI 0.005, $(NH_4)_6Mo_7O_{24}(4H_2O)$ 0.025.
[3)]PS: Hot water soluble polysaccharide from *Lentinus edodes*.

Table 2. Effects of dietary polysaccharide and butter yellow on weight gain of the rats fed basal and experimental diets for 6 weeks (g)

Group[1]	Feeding period (week)					
	1	2	3	4	5	6
NO	58.2±1.4[2)a3)]	85.3±1.7[b]	120.2±1.9[b]	170.3±2.5[b]	205.2±2.8[c]	220.3±2.8[c]
NP	63.3±1.5[b]	102.2±1.6[d]	132.2±2.1[c]	188.3±2.4[c]	225.4±2.6[d]	264.2±2.9[d]
BO	60.0±1.1[b]	72.2±1.1[a]	82.2±1.4[a]	108.4±2.0[a]	130.2±2.4[a]	150.4±2.8[a]
BP	63.2±1.7[b]	90.3±1.9[c]	120.4±2.0[b]	165.2±2.4[b]	192.2±3.1[b]	205.2±3.3[b]

[1)]Refer to Table 1.
[2)]Mean±S.E. (n=6).
[3)]Means in the same column sharing common superscript letters are not significantly different ($p<0.05$).

만을 급여하여 사육한 NP군에서 가장 높았고 사육기간이 경과할수록 다른 군과의 차이가 현저하였다. 한편 기초식이에 발암원으로 butter yellow를 첨가한 BO군에서는 가장 낮은 수치를 보였고, butter yellow와 PS를 동시에 급여한 BP군에서는 사육초기에는 NO군과 거의 유사한 체중을 유지하였으나 4주 이후부터 서서히 차이를 나타내어 6주에는 NO군과 유의한 차이를 보였다.

평균 증체량과 식이 섭취량 및 식이 효율은 Table 3과 같다. Butter yellow를 투여한 BO군과 BP군에서는 식이 섭취량과 식이효율이 현저히 낮았으나 증체량은 PS를 첨가한 BP군이 butter yellow만을 공급한 BO군에 비하여 유의하게 높은 수준을 나타내어 기초식이군과 유사한 경향을 나타냈다. 또한 PS를 첨가한 NP군에서는 식이섭취량과 식이효율이 여타군에 비하여 뚜렷이 높아 유의한 차이를 나타냈다. 장과 김(27)에 의하면 butter yellow(p DAB)를 복강 주사 혹은 장기간 경구 투여시에는 거의 간암을 유발시킨다고 하였는데, 본 실험에서는 butter yellow를 6주간 급여한 결과로써 간암은 유발되지 않았으나 butter yellow의 첨가로 식욕저하 또는 간기능장애로 인한 대사이상 등이 예상되며 이로 인하여 식이 섭취량이 감소하거나 체중증가가 억제된 것으로 짐작된다. 이에 PS의 급여는 발암원이 첨가된 식이 뿐만 아니라 기초식이에서도 식이섭취량이 증가하고 식이효율 또한 높아지는 효과를 보였는데 표고버섯 열수추출물 PS는 간장 장애 물질인 butter yellow에 의해 야기되는 식욕 감퇴와 체중 증가량의 감소를 지연시키고 완화시켜 주는 효과가 있는 것으로 생각된다.

Table 3. Weight gain, food intake and food efficiency ratio of the rats fed basal and the experimental diet for 6 weeks

Group[1]	Weight gain (g/day)	Food intake (g)	FER ($\times 10^{-2}$)
NO	3.85±0.05[2)c3)]	460.9±1.7[c]	35±0.4[a]
NP	4.78±0.11[d]	504.2±2.2[d]	39±0.8[b]
BO	2.15±0.04[a]	273.4±0.9[a]	33±0.8[a]
BP	3.38±0.10[b]	300.4±1.0[b]	33±0.4[a]

[1)]Refer to Table 1.
[2)]Mean±S.E. (n=6).
[3)]Means in the same column sharing common superscript letters are not significantly different ($p<0.05$).

간, 비장 및 신장의 중량

6주간 실험 사육한 흰 쥐의 간, 비장 및 신장의 중량은 Table 4에서와 같다.

간의 중량은 대조군에 비하여 butter yellow 단독투여군인 BO군에서 여타 실험군에 비하여 유의적으로 높은 값을 나타내었으며 비장과 신장의 중량도 간장의 중량과 비슷한 경향을 보였다. 본 실험 결과는 butter yellow를 경구 투여하여 발암 유발시의 장기 및 체중 변화를 살펴본 장 등(27)의 결과와 유사한 경향으로 butter yellow 투여군이 식이 섭취량과 체중 증가량은 여타 실험군에 비해 낮았지만 장기 중량은 오히려 현저히 높게 나타났다. 이러한 결과는 독성물질인 butter yellow에 의하여 유발된 조직 손상으로 세포괴사물이 축적되어 장기 중량이 증가되었거나(28,29), 지질 과산화물의 축적에 의해 간의 중량이 증가한 것으로 추정된다(30).

간의 지질성분

간의 총 지질, 총 콜레스테롤, 중성 지질 및 인지질의 함량은 Table 5와 같다.

총 콜레스테롤 함량은 표고버섯 열수추출물인 PS를 급여한 NP군이 butter yellow를 투여한 군(BO군, BP군)보다 유의적으로 낮은 값을 나타내었다. Butter yellow만을 급여한 BO군에서 총 콜레스테롤 수준이 가장 높은 값을 나타내었고, PS를 급여하므로써 간의 콜레스테롤 수준이 다소 낮아지는 경향이었다. 간의 중성지질 함량 또한 유

Table 4. Weight of organs of rats fed basal and the experimental diet for 6 weeks (g)

Group[1]	Liver	Spleen	Kidney
NO	10.26±0.04[2)a3)]	0.72±0.01[a]	1.21±0.01[a]
NP	10.18±0.09[a]	0.73±0.01[a]	1.31±0.01[b]
BO	14.82±0.19[c]	0.96±0.02[c]	1.61±0.01[c]
BP	10.82±0.09[b]	0.83±0.01[b]	1.45±0.01[d]

[1)]Refer to Table 1.
[2)]Mean±S.E. (n=6).
[3)]Means in the same column sharing common superscript letters are not significantly different ($p<0.05$).

Table 5. Effects of basal and experimental diets on the total lipid, total cholesterol, triglyceride and phospholipid levels in liver of the rats

(mg/g liver)

Group[1)]	Total lipid	Total-C	Triglyceride	Phospholipid
NO	65.3±4.3[2)a3)]	11.2±0.9[ab]	22.7±1.7[b]	5.7±0.04[a]
NP	60.4±2.9[a]	8.3±1.7[a]	14.2±2.2[a]	5.9±0.08[ab]
BO	68.5±5.0[a]	18.7±2.1[c]	29.4±1.1[c]	6.4±0.12[b]
BP	66.5±4.6[a]	14.7±1.7[bc]	24.3±1.3[b]	5.2±0.41[a]

[1)]Refer to Table 1.
[2)]Mean±S.E. (n=6).
[3)]Means in the same column sharing common superscript letters are not significantly different ($p<0.05$).

Table 6. Effects of basal and experimental diet on seum triglyceride, total cholesterol and HDL-cholesterol levels in the rats

(mg/dL)

Group[1)]	Triglyceride	Total-C	HDL-C	HDL-C/Total-C (%)
NO	40.02±0.87[2)a3)]	54.29±1.75[a]	12.82±0.33[b]	23.2
NP	41.21±0.95[a]	60.21±1.02[b]	16.21±0.13[c]	26.1
BO	72.21±0.56[c]	68.92±1.73[c]	10.20±0.20[a]	15.2
BP	52.21±0.28[b]	60.23±1.35[b]	10.22±0.13[a]	16.0

[1)]Refer to Table 1.
[2)]Mean±S.E. (n=6).
[3)]Means in the same column sharing common superscript letters are not significantly different ($p<0.05$).

사한 경향으로 NP군에서 가장 낮았고 BO군에서 가장 높은 수준이었다. 인지질의 함량은 butter yellow를 단독 투여한 BO군에서 여타 실험군에 비하여 유의적으로 높은 값을 나타내었다.

간은 콜레스테롤의 분해 작용 및 합성과 혈장 지단백의 생성과 관련된 기관이므로 간에서의 지질 성분의 변화는 중요한 의미를 갖는다고 볼 수 있다. 지질 과산화물이나 중성 지질 및 콜레스테롤의 증가는 고지혈증 증상을 야기시키며, 이 때 항산화작용을 하는 비타민 E의 급여는 혈장의 중성 지질과 콜레스테롤 함량을 감소시킨다고 보고된 바 있다(31). 한편 고콜레스테롤 혈증 흰쥐에 식용버섯은 간과 혈청 지질의 축적을 방지하고 항산화 작용을 하는 것으로 보고되고 있다(3,32,33). 느타리 버섯의 에탄올 불용해성 잔사부분은 간의 중성지질 함량을 저하시키는 효과가 있었고, 다당류 추출물은 혈청과 간의 콜레스테롤을 저하시키는 효과가 있는 것으로 나타났다(34). 또한 항암작용을 가진 버섯들의 다당류 추출물은 superoxide와 hydroxy radical을 포착하는 작용을 하는 것으로 밝혀졌다(4). 본 실험 결과에서 표고버섯 열수 추출다당류(PS)는 간암 유발물질인 butter yellow를 투여하였을 때 과다한 lipid peroxide의 생성과 지질의 대사 이상을 지연하여(22) 간에서 콜레스테롤과 중성지질의 함량이 증가하는 것을 방지하는 것으로 생각되며, butter yellow 무첨가군(NP)에서도 대조군에 비하여 유의하게 낮은 수치를 나타내는 것으로 보아 PS 중에는 중성 지질과 콜레스테롤의 축적을 방지하는 작용이 있는 것으로 생각된다.

혈장의 지질성분

혈장 중의 중성 지질 및 총 콜레스테롤 함량은 Table 6과 같다. 혈장의 총 콜레스테롤 농도는 대조군(54.3 mg/dL)에 비하여 butter yellow를 투여한 BO군에서 68.9 mg/dL로 가장 높았으며, PS 투여군인 NP군이 대조군과 비슷한 수준으로서 비교적 낮게 나타났으며, 반면 butter yellow(p-DAB)투여군인 BO군이 비교적 높게 나타났다. HDL-콜레스테롤 농도는 NP군이 가장 높았으며, 또한 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤 농도 비율은 NP군이 NO군과 비슷한 수준으로 높았으며, 반면 BO군은 비교적 낮았다. Guar gum, pectin 등의 식이 섬유소는 소장내 담즙산과 결합하여 분변으로 배설되므로서 재 흡수율이 감소되거나, 대장 용적의 증가로 식이성 콜레스테롤의 흡수를 억제하고, 간에서는 콜레스테롤의 담즙산 전환속도를 변화시키기 때문에 혈장 콜레스테롤 농도가 저하된다고 보고하였으며(35-37), 최근 식이섬유소의 혈청 콜레스테롤 저하작용은 이차적으로 간에서 VLDL과 LDL 전환속도의 변화에 의한다고 하였다(38). 한편 버섯의 건조분말을 식이에 공급하였을 때는 버섯 중의 식이섬유소 뿐만 아니라 각종 다당류 성분들이 혈청과 간 지질성분의 저하효과가 있고, 표고버섯에 함유되어 있는 eritadenin은 인지질대사에 영향을 주어 콜레스테롤 저하작용을 한다고도 보고되어 있다(39,40). 지질의 과산화와 발암은 밀접히 관련되어 있고, 또한 이식된 간암세포는 단백질과 지질대사를 현저히 변경시키고 혈청 중성지질과 유리지방산, VLDL, LDL을 상승시키나 HDL-cholesterol은 감소시키는 것으로 보고되었다(41). 본 연구에서는 실험 기간이 6주간으로 간암 단계까지 진행되지 않았으나 대조군(NO)에 비하여 butter yellow 첨가군에서 혈청 지질농도가 유의하게 높아졌고, 표고 버섯의 열수 추출물(PS)을 함께 급여하였을 때는 butter yellow를 첨가하지 않은 NO군과 유사한 수치를 유지하였다. NP군에서 혈청 지질의 변화는 뚜렷하지 않았으나 약간 상승한 것으로 나타났다. 선행연구(22)에서 밝혀진 바와 같이 현 단계의 실험에서는 PS는 간장에서 항산화 작용, 간 해독 기구 효소 활성을 유도하는 효과가 있는 것으로 보아 이러한 작용은 간 지질 대사를 정상화시켜 혈청 지질의 상승을 방지하는 역할을 하는 것으로 보여지며 구체적인 대사기전이나 콜레스테롤 저하물질의 작용 여부에 대하여는 추후 연구가 요망된다.

요 약

표고버섯의 열수추출물과 발암원인 butter yellow를 6주동안 흰쥐에게 급여한 후 간 및 혈장 의 지질성분 분석

및 간 기능에 미치는 영향을 검토한 결과는 다음과 같다. Butter yellow 단독 투여군인 BO군에서는 기본식이만을 준 대조군(NO)에 비하여 식욕 감퇴와 체중이 감소한 반면, 표고버섯의 열수추출물(PS) 급여군인 NP군 및 BP군에서는 PS 비급여군인 NO군과 BO군에 비하여 체중 증가량이 현저히 높았다. 간의 총 지질, 총 콜레스테롤, 중성 지질 및 인지질의 함량은 PS투여군이 대조군에 비하여 유의적으로 낮았으나, butter yellow 첨가군(BO)에서는 NO군과 비교하여 인지질은 비슷한 수치였으며, 총 지질 및 총 콜레스테롤은 유의적으로 높았다. 혈장의 중성지질과 총 콜레스테롤 함량 또한 BO군에서 지질성분들의 수치가 유의적으로 높았고 PS의 투여로(BP군) 중성지질과 총 콜레스테롤 농도가 감소되는 효과가 있었다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 표고버섯 열수추출 다당류(PS)는 화학적 발암물질인 butter yellow 투여시에 나타나는 지질대사 이상으로 인한 지질의 상승을 방지하며 이러한 결과는 PS의 지질과산화에 대한 방어 작용 또는 콜레스테롤 저하작용을 하는 성분에 의한 것으로 추측되며 이러한 혈장과 간의 중성 지질 및 콜레스테롤 농도의 상승을 방지하는 작용의 물질은 동맥경화증을 예방할 수 있으며, 이는 지질과산화로 인한 지단백질의 변화에 대하여 방어작용과 세포, 면역 수준에서의 부수적 효과를 배제할 수는 없는 것으로 사료된다. 또한 PS의 투여로 발암물질을 투여하지 않았을 때와 유사한 수치를 나타남으로서, 이 분획물들 중에 함유되어 있는 유효 성분이 간장의 해독기구에 영향을 주어 간 기능을 활성화 하거나 또는 지방축적 및 고지질화에 완만한 개선작용을 나타내고 있음을 알 수 있었다.

문 헌

1. 久保道德 : 靈芝. 三一書房, 東京, p.230 (1985)
2. Kurashige, S., Akuzawa, Y. and Endo, F. : Effects of *Lentinus edodes*, *Grifola frondosa* and *Pleurotus ostreatus* admistration on cancer outbreak, and activities of macrophages and lymphocytes in mice treated with a carcinogen, N-butyl-N-butanolnitrosoamine. *Immunopharmacol. Immunotoxicol.*, **19**, 175-179 (1997)
3. Kubo, K. and Nanba, H. : The effect of maitake mushrooms on liver and serum lipids. *Altern Ther. Health Med.*, **2**, 62-69 (1996)
4. Liu, F., Ooi, V.E. and Chang, S.T. : Free radical scanvenging activities of mushroom polysaccharide extracts. *Life Sci.*, **60**, 763-766 (1997)
5. Kim, B.K., Kim, D.H., Choi, E.C. and Shim, M.J. : Taxonomic investigations on Korean higher fungi (Ⅳ). *Korean J. Mycol.*, **4**, 17-21 (1976)
6. Kabir, Y., Kimura, S. and Tamura, T. : Dietary effect of *Ganoderma lucidum* mushroom on blood pressure and lipid levels in spontaneously hypertensive rats (SHR). *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **34**, 433-438 (1988)
7. Kubo, M., Tatsuda, H., Nogami, M., Arichi, S. and Takahashi, T. : Studies on *Ganoderma lucidum* (Ⅳ). Effects on the disseminated intravascular coagulation. *Yakugaku Zasshi*, **103**, 871-878 (1983)
8. Joung, Y.A., Yang, K.M. and Seo, J.S. : Effect of dietary vitamin A and E on hepatic lipid metabolism in adriamycin treated rats. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **21**, 631-638 (1992)
9. Joung, Y.A., Yang, K.M. and Seo, J.S. : Effect of dietary vitamin A and E on hepatic lipid metabolism in adriamycin-treated rats. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **21**, 631-636 (1992)
10. Kim, B.K., Park, E.K. and Choi, E.C. : Studies on the constituents of higher fungi of Korea (XXIV). *Arch. Pharm. Res.*, **2**, 153-159 (1979)
11. Kim, B.K., Park, E.K. and Choi, E.C. : Studies on the constitutions of higher fungi of Korea (XXIV). *Arch. Pharm. Res.*, **2**, 153-157 (1979)
12. Chung, K.S. : The effects of mushroom components on the proliferation of Hela cell line *in vitro*. *Arch. Pharm. Res.*, **2**, 25-29 (1979)
13. Shim, M.J. : Studies on constituents and culture of the higher fungi of Korea (XXV), stimulatiry effects of coriolus versicolor constitues on immune response. *Korean J. Mycol.*, **8**, 115-120 (1980)
14. Yoshioka, Y., Sano, T. and Ikekawa, T. : Studies on antitumor polysaccharides of flammulina velutipes. *Chem. Pharm. Bull.*, **21**, 1772-1779 (1973)
15. Fukuda, K., Uematsu, T. and Hamada, A. : The polysaccharide from *Lampteromyces japonicus*. *Chem. Pharm. Bull.*, **23**, 1955-1959 (1975)
16. Tsukagoshi, S. and Ohashi, F. : Protein-bound polysaccharide preparation, ps-K effective against mouse sarcoma-180 and rat ascites hepatoma AH-13 by oral use. *Gann.*, **66**, 557-602 (1974)
17. 문교부 : 고등균류편(버섯류) 한국동식물 도감. 문교부, 서울, p.208-211 (1985)
18. Chihara, G., Hamuro, T. and Maeda, Y. : Fractionation and purification of the polysaccharide with marked antitumor activity especially lentinan from *Lentinus edodes*. *Cancer Res.*, **30**, 2776-2780 (1970)
19. Maeda, Y. and Chihara, G. : Lentinan a new immunoaccelerator of cell mediated responses. *Nature*, **229**, 634-639 (1971)
20. Tamura, R., Tanebe, K., Kawanishi, C., Torii, K. and Ono, T. : Effects of lentinan on abnormal ingestive behaviors induced by tumer necrosis factor. *Physiology & Behavior*, **61**, 399-404 (1997)
21. Choi, M.Y., Jung, T.Y. and Hahm, K.J. : Cytotoxic effects of hot water soluble polysaccharides from mushroom, *Lentinus edodes* and vitamin A & E supplementation against P_{388} cells. *Korean J. Nutr.*, **28**, 1091-1099 (1995)
22. Choi, M.Y., Jung, S.J. and Lim, S.S. : Effects of hot water extracts from *Lentinus edodes* on hepatic functional enzyme activities in the rat fed butter yellow (p-dimethylaminoazobenzene). *Korean J. Food & Nutr.*, **11**, 114-122 (1998)
23. Folch, J., Lees, M. and Sloane-stanley, G.H. : A simple method for the isolation and purification of total lipids from source. *J. Biol. Chem.*, **226**, 497 502 (1957)
24. Zlatkis, A. and Zak, B. : Study of new cholesterol reagent. *Anal. Biochem.*, **29**, 143-148 (1969)
25. Emg, L.F. and Noble, E.P. : The maturation of rat brain myelin. *Lipids*, **3**, 157-165 (1968)

26. Mendez, J., Franklin, B. and Gahagen, H. : Simple manual procedure for determination of serum triglycerides. *Clin. Chem.*, **21**, 768-772 (1975)
27. 장성근, 김영제 : 과량의 p-dimethylaminoazobenzene 투여에 의한 실험적 간암의 기원. 카톨릭대학 의학부논문집, **32**, 229-235 (1979)
28. Bell, J., Pirie, J.S., Adron, J.W. and Cowey, C.B. : Some effects of selenium deficiency on glutathione peroxidase activity and tissue pathology in rainbow trout (salmo gairdneri). *Br. J. Nutr.*, **55**, 305-309 (1986)
29. Mimnaugh, E.G., Trush, M.A. and Gran, T.E. : Stimulation by adriamycin of rat heart and liver microsomal NADPH-dependent lipid peroxidation. *Biochem. Pharmac.*, **30**, 2797-2802 (1981)
30. Izaki, Y., Yoshikawa, S. and Uchiyama, M. : Effects of ingestion thermally oxidized frying oil on peroxidative criteria in rat. *Lipids*, **19**, 324-328 (1984)
31. Chen, L.H., Liao, S. and Packett, L.V. : Interaction of dietary vitamin E and protein level or lipid source with serum cholesterol in rats. *J. Nutr.*, **102**, 729-732 (1972)
32. Bobec, P., Ozdin, L. and Kuniak, L. : Antioxidative effect of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) in hypercholesterolemic rat. *Pharmazie.*, **50**, 441-448 (1995)
33. Matsuzawa, T., Sano, M., Tomita, I., Saitoh, H. and Ikekawa, T. : Studies on antioxidant effect of hypsizigus marmoreus. 1. Effects of hypsizigus marmoeus for antioxidant activities of mice plasma. *Yakugaku Zasshi*, **117**, 623-628 (1997)
34. Bobek, P., Ginter, E., Kuniak, L., Babala, J., Jurcovicova, M., Ozdin, L. and 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)
35. Moudras, C., Behr, S.R., Remesy, C. and Demigne, C. : Fecal losses of sterols and bile acids induced by feeding rats guargum are due to greater pool size and liver bile acid secretion. *J. Nutr.*, **127**, 1068-1072 (1997)
36. Vahouny, G.V., Satchithanandam, S., Chen, I., Tepper, S.A., Kritchevsky, D., Lightfoot, F.G. and Cassidy, M.M. : Dietary fiber and intestinal adaptation : Effects on lipid absorption and lyphatic transport in the rat. *Am. J. Clin. Nutr.*, **47**, 201-205 (1988)
37. Arjmandi, B.H., Craig., J, Nathani, S. and Reeves, R.D. : Soluble dietary fiber and cholesterol influence *in vivo* hepatic and intestinal cholesterol biosynthesis in rats. *J. Nutr.*, **122**, 1559-1565 (1992)
38. Luz, F.M., Marcela, V.J., Karin, C., Tanya, B. and Ghada, A.F. : Regulation of apolipoprotein B-containing lipoproteins by dietary soluble fiber in guinea pigs. *Am. J. Clin. Nutr.*, **65**, 814-820 (1997)
39. Chang, R. : Functional properties of edible mushroom. *Nutr. Rev.*, **54**, 891-896 (1996)
40. Sugiyama, K., Akachi, T. and Yamakawa, A. : Hypocholesterolemic action of eritadenine is mediated by a modification of hepatic phospholipid metabolism in rats. *J. Nutr.*, **125**, 2134-2140 (1995)
41. Dess'i, S., Batetta, B. Spano, O., Bagby, G.J., Tessitore, L., Costelli, P., Baccino, F.M., Pani, P. and Argil'es, J.M. : Perturbations of triglycerides but not of cholesterol metabolism are prevented by anti-tumour necrosis factor treatment in rats bearing an ascites hepatoma. *Br. J. Cancer*, **72**, 1138-1144 (1995)

(1998년 7월 14일 접수)