한국환경과학회지 제21권(제7호), 875~881, 2012 http://dx.doi.org/10.5322/JES.2012.21.7.875
Journal of the Environmental Sciences

동충하초 열수추출액의 항고지혈증 효과에 관한 연구

김한수 · 김민아 · 장성호[1)*] · 이원기[2)] · 류재용[3)] · 이춘식[4)]
부산대학교 식품공학과, [1)]부산대학교 바이오환경에너지학과, [2)]부경대학교 고분자공학과,
[3)]한국원자력연구원 공업환경연구부, [4)]경남과학기술대학교 환경공학과
(2012년 6월 18일 접수; 2012년 7월 3일 수정; 2012년 7월 18일 채택)

Anti-hyperlipidemic Effects of *Cordyceps militaris* Hot-Water Extract

Han-Soo Kim, Min-A Kim, Seong-Ho Jang[1)*], Won-Ki Lee[2)],
Jae-Young Ryu[3)], Chun-Sik Lee[4)]
Department of Food Science & Technology, Pusan National University, Miryang 627-706, Korea
[1)]Department of Bioenviromental Energy, Pusan National University, Miryang 627-706, Korea
[2)]Department of Polymer Engineering, Pukyung National University, Busan 608-739, Korea
[3)]Division for Industrial & Environmental Research, Korea Atomic Energy Research Institute (KAERI), Jeollabuk-do 580-185, Korea
[4)]Department of Env. Eng. Gyeongnam National University of science and Technology ,Gyeongnam 660-758, Korea
(Manuscript received 18 June, 2012; revised 3 July, 2012; accepted 18 July, 2012)

Abstract

This study was performed to observe the effects of the feeding physiological activity substance in *Cordyceps militaris* hot-water extract intake on the improvement of lipid components and metabolic enzyme activities in the serum of dietary hyperlipidemic rats (SD strain, male) fed the experimental diets for 5 weeks. The concentrations of cholesterol (total cholesterol, β-lipoprotein, LDL-cholesterol, free cholesterol and cholesteryl ester), atherosclerotic index, triglyceride (TG), phospholipid (PL) and blood glucose in sera were remarkably lower in the *Cordyceps militaris* extract intake group than in the hyperlipidemic rats. In the ratio of HDL-cholesterol concentration was higher percentage in the *Cordyceps militaris* extract intake group than in the hyperlipidemic rats. The activities aminotransferase (AST, ALT) in sera were rather lower in the *Cordyceps militaris* extract administration than in the hyperlipidemic rats. From the above research, *Cordyceps militaris* extract were effective on the improvement of the lipid compositions in sera of dietary hyperlipidemic rats.

Key Words : *Cordyceps militaris*, Cholesterol, Lipid composition, Aminotransferase, Hyperlipidemia

1. 서 론

동충하초는 전 세계적으로 약 100속 750여종, 자실체를 형성하는 *Cordyceps* 속은 300 여종이 분포되어 있다고 알려져 있으며 국내에는 약 80여종이 보고되어 있다(Koh, 2002a; Kobayashi와 Shimizu, 1983). 우리나라의 대표적인 동충하초는 *Cordyceps militaris*로 땅속

*Corresponding author : Seong-Ho Jang, Department of Bioenviromental Energy, Pusan National University, Miryang 627-706, Korea
Phone: +82-55-350-5435
E-mail: jangsh@pusan.ac.kr

에 있는 나비목의 큰 번데기에서 발견되며, 액체 배양시 mannitol을 생성하며 cordycepin (3'-deoxyadenosine)을 생산한다고 한다(Ko 등, 2002). *Cordyceps militaris*에서 분리한 cordycepin은 m-RNA의 합성을 저해하고 항암 및 면역증강, 항균 등의 효과가 있는 것으로 알려져 있으며(Ying 등, 1987; Lee 등, 2004), 혈중 지질성분의 저하 효과 등이 보고되어 있다(Koo와 Lee, 2004). 또한, *Cordyceps militaris* 균사체 분말을 고콜레스테롤혈증 유발 흰쥐에게 급여한 바 동맥경화지수 등을 감소시키며 지질대사와 aminotransferase (GOT, GPT), γ-glutamyltrans-peptidase (γ-GPT), alkaline phosphatase, lactate dehydrogenase 등 효소 활성을 조절시키는 기능이 있다고 알려져 있다(Koh, 2002b; Koh와 Choi, 2001). 독성물질(CCl_4)로 부터 간손상이 유발된 SD계 흰쥐에 *Cordyceps militaris* 추출물 급여는 간조직의 보호와 간 세포의 기능 유지에 도움이 된다는 보고도 있다(Jo 등, 2008). 따라서 본 연구는 인공 배양한 동충하초(*Cordyceps militaris*) 열수추출물을 콜레스테롤로 유도한 고지혈증 동물 모델에서의 생체내 지질농도 등의 개선 효과를 분석한 후, 기능성 건강 식품의 자원으로서 활용가치를 확인하기 위하여 실험을 수행하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 실험 재료의 추출

본 실험에 사용된 동충하초(*Cordyceps militaris*)는 경남 밀양 한약재 시장에서 구입하여 진공동결건조(EYELA, FDU-2000, Tokyo, Japan)시킨 후, Kim (2006)의 방법에 따라 사용하였다. 동충하초 200 g을 플라스크에 취해 증류수(DW) 700 mL를 넣고 450 mL가 될 때까지 가열한 후 추출액을 다른 용기에 옮기고 다시 DW 500 mL를 가하여 350 mL가 될 때까지 처리하였다. 추출한 후의 잔사에 DW 400 mL를 넣고 200 mL가 될 때까지 가열한 후 이들을 합하여 열수추출물을 조제하여 본 실험의 시료로 사용하였다.

2.2. 고지혈증 유발 및 실험군

4주령된 Sprague Dawley계 수컷 흰쥐(60±5 g, Dae Han Biolink)를 1주일간 예비사육하여 적응시킨 후 6마리씩 3군으로 metabolic cage (JD-C-71)에 나누어 5주간 실험 사육하였다. 사육실의 온도(20±1 ℃), 습도(50±10%) 및 명암(07:00~19:00)은 12시간 주기로 조명하였다. 실험군은 기본 식이를 급여시킨 대조군(control)인 정상군(BDC군)과 고지혈증 질환 모델 대조군(HLD군) 및 질환실험군에 동충하초 열수추출액을 섭취시킨군(HLE)으로 하였으며, 식이 조성은 Table 1에서와 같다.

Table 1. Compositions of the experimental diet and groups

(g/kg diet)

Ingredient	Basal diet	Cholesterol diet
Casein	200	200
DL-methionine	3	3
Corn starch	150	150
Sucrose	500	490
Cellulose powder	50	50
Mineral mixture*	35	35
Vitamin mixture**	10	10
Choline bitartrate	2	2
Corn oil	50	-
Lard	-	50
Cholesterol	-	7.5
Sodium cholate	-	2.5

Group BDC; basal diet (control), HLD; hyperlipidemic diet, HLE; hyperlipidemic diet plus *Cordyceps militaris* extract

*AIN-76^{TM} mineral mixture contained (in g/kg mixture) calcium phosphate, dibasic, 500.0 ; sodium chloride, 74.0 ; potassium citrate, monohydrate, 220.0 ; potassium sulfate, 52.0 : magnesium oxide, 24.0 ; maganous carbonate, 3.5 ; ferric citrate, 6.0 ; zinc carbonate, 1.6 ; cupric carbonate, 0.3 ; potassium iodate, 0.01 ; sodium selenite, 0.01 ; chromium potassium sulfate, 0.55 ; sucrose, 118.03.

**AIN-76^{TM} vitamin mixture contained (in g/kg mixture) thiamine Hcl, 0.6 ; riboflavin, 0.6 ; pyridoxine Hcl, 0.7 ; niacin, 3.0 ; D-calcium pantothenate, 1.6 ; folic acid, 0.2 ; biotin, 0.02 ; vitamin B_{12}, 1.0 ; vitamin A palmitate, 0.8 ; vitamin E acetate, 10.0 ; vitamin D_3, 0.25 ; menadione sodium bisulfite, 0.15 ; sucrose, 981.08.

2.3. 실험동물의 처리

실험사육 최종일에는 7시간 절식시킨 후 에테르 마취하에 심장채혈법으로 혈액을 취하여 4 ℃에서 약 1시간 정도 방치한 후 3,000 rpm에서 15분간 원심분리하여 혈청을 얻었다. 실험 사육 시작과 최종일에 체중을 측정하였으며, 사료 섭취량은 매일 사료 잔량을 칭량하였으며, 오차를 최소화하기 위하여 손실량을 측

정하여 보정하였다. 장기 조직의 중량은 체중에 대한 상대 중량비(g%)를 구하였다.

2.4. 혈청의 분석

총 콜레스테롤 농도(Cholestezyme-V, Eiken, Tokyo, Japan) 및 HDL-콜레스테롤 농도(HDL-C555, Eiken, Tokyo, Japan), LDL의 농도(β-lipoprotein C-Test, Wako, Osaka, Japan)는 각각 kit 시약을 사용하였으며, LDL-콜레스테롤 농도는 LDL 농도에 0.35를 곱한 값으로 나타내었다. 유리 콜레스테롤(Free-cholestezyme-V555, Eiken, Tokyo, Japan), 중성지질(Triglyzyme-V, Eiken, Tokyo, Japan), 인지질(PLzyme, Eiken, Tokyo, Japan) 및 혈당(GLzyme, Eiken, Tokyo, Japan) 농도는 kit 시약으로 정량하였고, 콜레스테롤 에스테르 농도는 총 콜레스테롤 농도에서 유리 콜레스테롤 농도를 뺀 평균값으로 표시하였다. 또한, aminotransferase의 활성은 Reitman과 Frankel의 방법(Reitman과 Frankel, 1957)에 준해 조제된 kit 시약(transaminase 측정시약, Eiken, Tokyo, Japan)으로 aspartate aminotransferase (AST) 및 alanine aminotransferase (ALT) 활성을 측정하였으며 단위는 혈청 1 mL당 unit로 표시하였다.

2.5. 통계처리

분석 결과의 통계 처리는 실험군 당 평균치와 표준편차를 계산하였고 군간의 차이는 one-way ANOVA (ver. 12.0) 분석 후 α=.05 수준에서 Duncan's multiple range test에 의하여 각 실험군 간의 유의성을 검증하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 체중 증가량 및 식이 효율

동충하초 열수추출액을 급여한 후, 항고지혈증에 대한 효과를 알아보기 위해 5주간 실험 사육한 흰쥐의 체중 증가량, 식이 섭취량 및 식이효율은 Table 2와 같다. 체중 증가량은 기본식이를 섭취시킨 대조군(BDC군)의 115.5 g에 비하여 고지혈증 질환 모델 대조군(HLD군)이 221.7 g으로 유의성 있는 증가를 보였으며, 질환실험군에 동충하초 열수추출액을 투여한 HLE군에서 205.8 g으로 HLD군 보다 약간 감소하였지만 유의적인 차이는 보이지 않았다. BDC군에 비해 HLD군 및 HLE군의 체중 증가는 식이효율과 고지혈증 유발에 기인된 것(Kim 등, 2011)으로 생각되어 진다.

Table 2. Body weight gain, food intake and FER of the experimental rats (g)

Group	Body weight gain	Food intake	FER*
BDC	115.5±14.9^{a**}	491.8±17.7^{a}	0.23
HLD	221.7±15.5^{b}	502.4±20.9^{a}	0.44
HLE	205.8±15.0^{b}	498.9±19.5^{a}	0.41

*FER; food efficiency ratio.
**Mean±SD (n=6). Means in the same column not sharing common superscript letters are significantly different (α=.05).

3.2. 장기 및 조직의 중량

동충하초 추출물을 5주간 섭취시켜 실험 사육한 간장, 뇌, 심장, 신장, 폐 및 비장의 중량은 Table 3과 같이, 간장의 중량은 대조군(BDC군)에 비하여 콜레스테롤로 유도된 고지혈증 모델군(HLD군)과 고지혈증 유발 실험군에 동충하초 추출물을 투여한 실험군(HLE군)에서 유의적으로 높게 나타났으나, HLD군에 비해 HLE군이 감소되는 것으로 관찰되었다. 콜레스테롤을 첨가한 식이군은 지방축적과 간의 비대에 의하여 간의 무게가 정상군보다 증가 되었다고 보고되어 있다(Kim 등, 1998; Koh와 Choi, 2001). 심장의 중량은 콜레스테롤을 급여시킨 HLD군에서 증가되었으나, 동충하초 추출액을 첨가 시킨 HLE군에서 저하되는 것으로 나타났다. 한편, 뇌 및 신장, 폐, 비장의 중량은 전 실험군간에 유의적인 차이는 확인되지 않았

Table 3. Weights of organ and tissue of the experimental rats (g/100g BW)

Group	Liver	Brain	Heart	Kidney	Lung	Spleen
BDC	3.72±0.02^{a*}	0.52±0.02^{a}	0.34±0.01^{a}	0.68±0.02^{a}	0.54±0.02^{a}	0.23±0.02^{a}
HLD	3.98±0.04^{c}	0.52±0.02^{a}	0.37±0.01^{b}	0.69±0.01^{a}	0.53±0.01^{a}	0.21±0.01^{a}
HLE	3.88±0.05^{b}	0.51±0.03^{a}	0.33±0.02^{a}	0.68±0.02^{a}	0.54±0.02^{a}	0.22±0.02^{a}

*Mean±SD (n=6). Means in the same column not sharing common superscript letters are significantly different (α=.05).

다. 각종 장기 무게의 변화는 식이 조성에 따른 체중 증가량의 변화 등 여러 복잡한 요인이 영향을 미치는 것으로 보고되어 있다(Kim과 Yoon, 2008).

3.3. 콜레스테롤 농도 및 동맥경화지수의 변화

혈청 중의 총 콜레스테롤 및 HDL-콜레스테롤과 그 비율, 동맥경화지수, β-lipoprotein, LDL-콜레스테롤 농도는 Table 4와 같다. 총 콜레스테롤 농도는 정상군인 대조군(BDC군)의 89.7 mg/dL에 비하여 여타 실험군에서 높게 나타났지만, 고지혈증 질환 모델군인 HLD군(190.8 mg/dL)에 비해 질환모델군에 동충하초 추출액을 섭취시킨 군(HLE군)이 171.3 mg/dL로 유의성있는 감소를 보였다. HDL-콜레스테롤 농도 및 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤 농도비는 HLD군보다 HLE군이 증가되는 것으로 나타났다. 따라서 동맥경화지수도 동충하초 추출물의 섭취에 의하여 낮아지는 것으로 확인되었다. 혈청 중의 β-lipoprotein 및 LDL-콜레스테롤 농도는 고지혈증 질환 모델군인 HLD군이 309.7 mg/dL와 108.4 mg/dL로 높게 나타났지만, 동충하초 추출액을 섭취시킨 HLE군이 정상군인 대조군(BDC군)의 수준에는 미치지 못하였으나 270.8 mg/dL, 94.8 mg/dL로 유의적으로 감소되는 것으로 관찰되었다. 혈청의 총 콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤 농도는 동충하초 균사체 식이에 의하여 감소된다고 하며(Koh와 Choi, 2001), 동충하초 4% 추출액을 4주간 섭취시켜 실험사육한 흰쥐의 총 콜레스테롤 농도가 정상군과 비슷한 수준을 보였다는 보고(Kwon 등, 2001)도 있다. 한편, 동충하초 균사체는 혈압을 낮추며 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤의 비율을 높이는 역할을 한다고 한다(Lin, 1999).

Table 4. Cholesterol concentrations in serum of the experimental rats (mg/dL)

Group	BDC	HLD	HLE
Total-cholesterol	89.7±3.2[a**]	190.8±6.5[c]	171.3±5.8[b]
HDL-cholesterol	26.8±1.5[c]	20.4±1.2[a]	23.3±1.4[b]
HDL-C/T-C (%)	29.9	10.7	13.6
AI[*]	2.35	8.35	6.35
β-lipoprotein	160.8±10.2[a]	309.7±15.4[c]	270.8±12.0[b]
LDL-cholesterol	56.3±3.6[a]	108.4±5.4[c]	94.8±4.2[b]

[*]Atherosclerotic index; (Total chol. - HDL-chol.)/HDL-chol.
[**]Mean±SD (n=6). Means in the same column not sharing common superscript letters are significantly different (α=.05).

3.4. 유리 콜레스테롤 및 콜레스테롤 에스테르 농도의 변화

동충하초 열수추출액을 5주간 섭취시킨 실험군에 대한 여타 실험군 간의 혈청 중의 유리 콜레스테롤과 콜레스테롤 에스테르 농도는 Fig. 1에서와 같이, 고지혈증 질환 모델군인 HLD군의 28.9 mg/dL와 161.9 mg/dL보다 동충하초 추출액을 섭취시킨 HLE군에서 각각 24.2 mg/dL, 147.1 mg/dL로 유의적인 감소를 보였으나, 대조군인 BDC군의 19.3 mg/dL, 70.4 mg/dL의 수준에는 미치지 못하였다. 혈중 콜레스테롤은 지방산과 에스테르 결합을 한 콜레스테롤 에스테르형이 약 70%, 유리 상태의 형태로 약 30% 가량이 존재하며(Kim과 Yoon, 2008; Yi와 Rhee, 1996), 유리 콜레스테롤과 콜레스테롤 에스테르 농도는 고콜레스테롤혈증일 때 상승되는 것으로 알려져 있다(Kim, 1980).

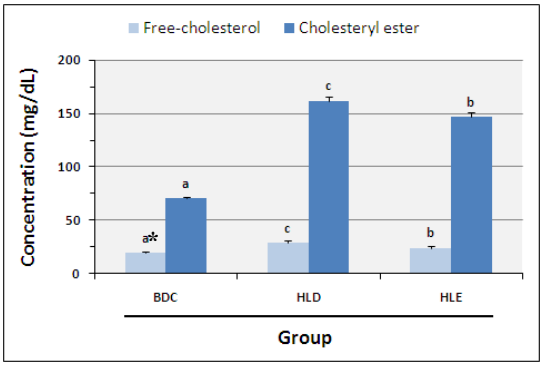

Fig. 1. Concentrations of free cholesterol and cholesteryl ester in serum of the experimental rats.
[*]Mean±SD (n=6). Means in the same column not sharing common superscript letters are significantly different (α=.05).

3.5. 중성지질 및 인지질 농도의 변화

혈청 중 중성지질 및 인지질 농도에 동충하초 추출액이 미치는 영향은 Fig. 2와 같다. 고지혈증 실험 모델인 HLD군에 있어서, 정상군인 BDC군에 비해 현저히 높게 나타났으나, 동충하초 추출물 섭취군인 HLE

의 농도가 유의적으로 감소되는 경향을 보였다. 이는 동충하초의 균사체가 혈청의 중성지질 농도와 인지질 농도의 감소 효과가 있는 것으로 추정된다(Koh와 Choi, 2001).

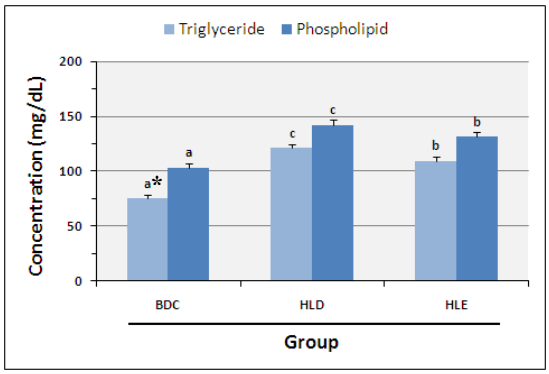

Fig. 2. Triglyceride and phospholipid concentrations in serum of the experimental rats.
*Mean±SD (n=6). Means in the same column not sharing common superscript letters are significantly different (α=.05).

3.6. 혈당 농도의 변화

동충하초 생리활성 추출물의 고지혈증 유발 SD계 흰쥐에 대한 혈당농도는 Fig. 3과 같이 고지혈증 유발 질환 모델군인 HLD군의 168.7 mg/dL와 질환모델군에 동충하초 추출액을 급여시킨 HLE군(152.3 mg/dL)이 대조군인 BDC군의 121.5 mg/dL에 비해 높은 수준을 나타내었으나, 동충하초 생리활성물질 추출액을 섭취시킨 HLE군이 HLD군에 비해서 혈당 농도가 저하되는 것으로 미루어 보아 동충하초 추출물 급여로 인하여 혈당이 감소되는 것으로 생각된다. 또한, 혈중 glucose 농도는 동충하초 추출 분말의 처리량이 증가할수록 감소되는 반비례의 관계를 나타낸다고 한다(Koo와 Lee, 2004).

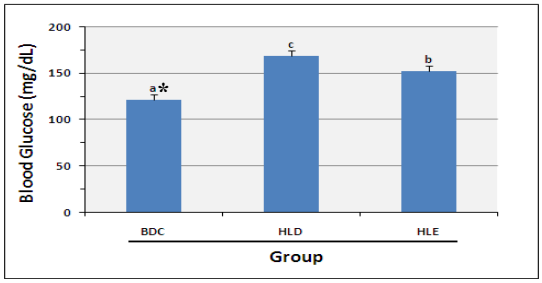

Fig. 3. Concentrations of blood glucose in serum of the experimental rats.
*Mean±SD (n=6). Means in the same column not sharing common superscript letters are significantly different (α=.05).

3.7. Aminotransferase 활성의 변화

혈청 중의 aminotransferase 활성(AST, ALT) 변화에 동충하초 추출물이 미치는 영향을 관찰한 결과는 Fig. 4와 같이, AST 활성은 HLD군 78.2 unit/mL와 HLE군이 73.4 unit/mL로 정산군인 대조군(BDC)의 63.8 unit/mL에 비하여 높게 나타났으나 동충하초 추출액 섭취(HLE)군에 의하여 유의적인 차이는 없었으나 감소되는 것으로 나타났다. 또한 혈청 중의 ALT 활성은 대조군인 BDC군(23.5 unit/mL)에 비해서 HLD군(31.4 unit/mL), HLE군(28.3 unit/mL)에서 증가되는 것으로 나타났으나, HLD군에 비해 HLE군이 저하되는 경향을 보였으나 유의성 있는 변화는 관찰할 수가 없었다. 올리브유와 혼합한 CCl_4를 복강내 투여하여 유도된 급성 간손상 SD계 흰쥐의 동충하초 열수추출물을 경구투여한 결과, AST 및 ALT 활성이 유의성 있는 감소를 나타내었으며, 이는 세포막의 과산화를 억제하여 세포막 파괴를 방지하였거나, 간조직의 재생 및 회복을 촉진시켜 간 보호 효과를 나타낸 것이라고 보고(Jo 등, 2008)되어 있다.

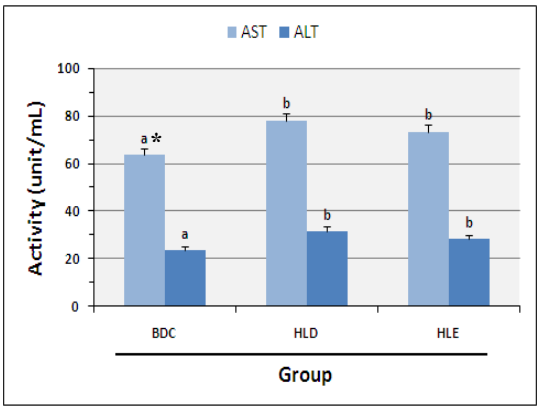

Fig. 4. Aspartate and alanine aminotransferase (AST, ALT) activities in serum of the experimental rats.
*Mean±SD (n=6). Means in the same column not sharing common superscript letters are significantly different (α=.05).

4. 결 론

동충하초(*Cordyceps militaris*)중의 생리활성물질이 고지혈증에 있어서 지질성분 및 혈당, 생체내 지질대사 이상 및 각종 질환의 예방과 개선효과 등에 생리적 효능이 있을 것으로 판단되어 Sprague Dawley계 수컷 흰쥐를 이용한 지질개선과 간 기능 보호 효과를 확인하기 위해 기본식이를 섭취시킨 대조군과 콜레스테롤 등으로 유발된 고지혈증 질환모델군, 고지혈증 유발군에 동충하초 열수추출액을 각각 급여하여 5주간 실험 사육한 결과, 혈청 콜레스테롤 농도(총 콜레스테롤, β-lipoprotein, LDL-콜레스테롤, 유리 콜레스테롤, 콜레스테롤 에스테르) 및 동맥경화지수, 중성지방, 인지질 및 혈당 농도 등에서 동충하초 추출물을 섭취시킴으로써 감소되는 경향을 보였으며, HDL-콜레스테롤 농도비는 증가되는 것으로 관찰되었다. 또한 aminotransferase (AST, ALT) 활성도 동충하초 열수추출액을 섭취함으로써 저하되는 것으로 확인되었다. 따라서 동충하초 추출물이 지질대사 이상 등에서 유병되는 성인병의 예방과 개선에 효과가 있을 것으로 추정된다.

감사의 글

본 연구는 부산대학교 자유과제 학술연구비(2년) 지원에 의하여 수행되었습니다.

참 고 문 헌

Jo, W. S., Nam, B. H., Oh, S. J., Choi, Y. J., Kang, E. Y., Hong, S. H., Lee, S. H., Jeong, M. H., 2008, Hepatic protective effect and single-dose toxicity study of water extract of *Cordyceps militaris* grown upon *Protaetia dreujtarsis,* Korean J. Food Sci. Technol., 40, 1-5.

Kim, H. S., 2006, Effect of the *Saururus chimensis* Baill hot-water extract intake on the lipid components and metabolic enzyme activities in hyperlipidemic rats, Korean J. Exercise Nutr., 10, 99-106.

Kim, H. S., Jang, S. H., Yoon, M. J., Kang, J. S., Choi, W. S., 2011, Improvements caused by chitosan, sericin and collagen peptide extract complexes on lipid metabolism in dyslipidemia, J. Environmental Sci., 20, 1021-1030.

Kim, H. S., Yoon, H. D., 2008, Effects of the chitosan oligosaccharide intake on the improvement of serum lipid level in hypercholesterolemic rats, J. Life Sci., 18, 1686-1692.

Kim, K, H., 1980, The clinical application of the results of the test, Ko Moon Sa, Seoul, Korea, 164-176.

Kim, S. K., Rhee, S. J., Rhee, I. K., Joo, G. J., Ha, H. P., 1998, Effects of dietary xylooligosaccharide on lipid levels of serum in rats fed high cholesterol diet, J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 27, 945-951.

Ko, S. K., Kim, J. S., Choi, Y. E., Lee, S. J., Park, K. S., Chung, S. H., 2002, Anti-diabetic effect of mixed water extract from ginseng Radix rubra, Acanthopanacis cortex and Cordyceps, Kor. J. Pharmacogn. 33, 337-342.

Kobayashi, Y., Shimizu, D., 1983, Iconography of vegetable wasps and plant worms. Hoikushapub, Co., Ltd., Osaka, 280-285.

Koh, J. B., 2002a, Effect of mycelium of *Cordyceps militaris* on growth, lipid metabolism and protein levels in male rats, J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 31, 685-690.

Koh, J. B., 2002b, The effects of *Cordyceps militaris* on lipid metabolism, protein levels and enzyme activities in rats fed a high fat diet, Korean J. Nutr., 35, 414-420.

Koh, J. B., Choi, M. A., 2001, Effect of *Cordyceps militaris* on lipid metabolism in rats fed cholesterol diet, Korean J. Nutr., 34, 265-270.

Koo B. S., Lee, M. S., 2004, Effects of *Cordyceps militaris* extract powder on plasma lipids and glucose in rats, Kor. J. Food Culture, 19, 217-222.

Kwon, S. H., Woo, H. J., Han, D. S., Kim, M. K., 2001, Effect of dried powders and water extracts of Paecilomyces tenuipes and Cordyceps militaris on lipid metabolism, antioxidative capacity and immune status in rats, Korean J. Nutr., 34, 271-284.

Lee, H. M., Lee, Y. J., Park, T. S., 2004, Tumor growth inhibitory and immunomodulatory activities of Cordyceps militaris water extracts in ICR mice bearing sarcorna-180 solid tumor, J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 33, 59-65.

Lin, Y., 1999, Phamacological effect on *Cordyceps sinensis*. Paper presented at 1st international symposium on Cordyceps, The Korean Society of Sericultural Science and the Korean Society of Life Science, Seoul, Korea, 35-44.

Reitman, S., Frankel, S., 1957, A colorimetric method for the determination of serum glutamic oxaloacetic and glutamic pyruvic transaminase, Am. J. Clin. Pathol., 28, 56.

Yi, K. N., Rhee, C. S., 1996, Clinical Pathology File, Euihak Munwhasa, Seoul, Korea, 101-126.

Ying, J., Mao, X., Ma, Q., Zong, Y., Wen, H., 1987, Icons of medical fungi from China, Science Press, Beijing, China, 60-85.