

ORIGINAL ARTICLE

## 산사(*Crataegus pinnatifida* BUNGE)가 지질대사 증후군의 지질성분 및 혈당 완화에 미치는 영향

김한수 · 김민아 · Duan Yishan · 장성호<sup>1)\*</sup> · 이원기<sup>2)</sup> · 류재용<sup>3)</sup>

부산대학교 식품공학과, <sup>1)</sup>부산대학교 바이오환경에너지학과, <sup>2)</sup>부경대학교 고분자공학과,  
<sup>3)</sup>경남대학교 도시환경공학과

### Effects of Haw (*Crataegus pinnatifida* BUNGE) on Relaxation in the Lipid Components and Blood Glucose of Lipid Metabolism Syndrome

Han-Soo Kim, Min-A Kim, Yishan Duan, Seong-Ho Jang<sup>1)\*</sup>, Won-Ki Lee<sup>2)</sup>, Jae-Young Ryu<sup>3)</sup>

Department of Food Science & Technology, Pusan National University, Miryang 627-706, Korea

<sup>1)</sup>Department of Bioenvironmental Energy, Pusan National University, Miryang 627-706, Korea

<sup>2)</sup>Department of Polymer Engineering, Pukyong National University, Busan 608-739, Korea

<sup>3)</sup>Department of Urban Environmental Engineering, Kyungnam University, Changwon 631-701, Korea

#### Abstract

This study was designed in order to determine the influences of haw (*Crataegus pinnatifida* BUNGE) on the lipid metabolism syndrome. Sprague Dawley rats, 7 weeks old, were given four different types of diets for 5 weeks: ND group (noncholesterolemic diet), HE group (non cholesterolemic diet+haw extract), CD group (cholesterolemic diet), CH group (cholesterolemic diet+haw extract). Concentrations of LDL-cholesterol, triglyceride, phospholipid, free cholesterol, cholesteryl ester, blood glucose were remarkably higher in the CD group than the other groups. But by treatment of haw extract group with cholesterolemic diet (CH group) were significantly decreased compared with CD group. Cholesteryl ester ratio was no difference between CD group and CH group. These results indicate that *Crataegus pinnatifida* BUNGE would be effective in lipid metabolism syndrome.

**Key words** : *Crataegus pinnatifida* BUNGE, Lipid component, Blood glucose, Lipid metabolism syndrome

#### 1. 서론

산사(*Crataegus pinnatifida* BUNGE)는 갈색의 함량이 높다고 알려져 있고 예로부터 약용 및 식용으로 널리 이용되어 왔다(Chon 등, 2005). 산사의 페놀성 성분으로는 quercetin, hyricetin, gentisic acid caffeic acid, catechin, salicylic acid, ferulic acid, chlorogenic acid, narigin,  $p$ -coumaric acid, isoquercitrin 등이 보

고되어 있다(Kim 등, 1993; Lim 등, 2004; Liu 등, 2010). 산사 ethanol 추출물은 아질산염 소거능이 우수하고, MDA- MB-231 cell(유방암 세포)에 대한 증식 억제 능력이 높게 나타나 항암 효과가 있다고 보고되어 있다(Park 등, 2006). 산사 ethyl acetate 분획물은 높은 항산화 활성과 지질과산화 억제 활성을 보였다고 하며 *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Klebsiella pneumonia* 등의 항균 활성

Received 10 February, 2014; Revised 11 March, 2014;

Accepted 27 March, 2014

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

© The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.  
© This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

실험 결과 전반적으로 우수한 생육 억제 활성을 나타내었다고 한다(Park 등, 2012). Scopolamine으로 유발된 기억력 감퇴 모델 흰쥐에 산사 추출물을 섭취시킨 결과, 기억력 개선 및 인지능력이 향상되었다고 보고된 바 있다(Wang 등, 2009). 또한 고콜레스테롤 식이에 산사 분말(2%)을 첨가한 실험군은 고콜레스테롤혈증 실험군에 비하여 total cholesterol 및 low density lipoprotein (LDL)-cholesterol 농도는 유의적으로 감소하였고, high density lipoprotein (HDL)-cholesterol의 농도는 유의적으로 증가 하여 항고지혈증을 나타내었다고 보고되어 있다(Kwok 등, 2010).

한편, 최근 패스트푸드(fast food)와 같이 고열량, 저영양 식품의 섭취 증가로 인하여 비만 등의 질환이 증가하고 있다(Heo 등, 2012). 비만 지수인 신체질량지수(body mass index, BMI) 및 체지방율과 triglyceride (TG)는 고혈압 발생과 상관관계가 있다고 하며, cholesterol이 관상동맥질환의 위험인자로 알려져 있다(Chung 등, 1997). 고콜레스테롤 식이를 한 토끼는 대조군에 비하여 total cholesterol, LDL-cholesterol, TG의 농도가 증가하였다고 보고된 바 있다(Yamakoshi 등, 1999). 채소와 같은 생리활성물질을 함유하는 식품의 섭취는 이러한 고지혈증, 비만 및 관상동맥 질환의 위험을 감소시킬 수 있다고 하며(Hong 등, 1996), 이와 관련된 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 적절한 식이 조절 및 식이 요법은 질환의 예방 및 개선을 위한 중요한 요소이며, 천연 생리활성물질을 함유하는 식품의 섭취는 바람직한 식생활이라 여겨지고 있다(Ryu 등, 2007).

따라서 본 연구에서는 산사추출물이 지질대사 증후군에 있어 지질 성분 및 혈당 완화에 미치는 영향을 검토한 후, 생활습관병 예방 및 개선 효과에 대한 가능성을 확인하기 위하여 실험을 수행하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 실험재료의 조제

실험에 사용된 산사는 2011년 10월 중하순 강원도 정선군 남면에서 채취하여 진공동결건조(EYELA, FDU-2000, Rikakikai Co., Tokyo, Japan)시킨 후 추출하였다. 즉, 산사 200 g에 1,100 ml의 물을 넣고 4시간 동안 88℃에서 증숙 하였고, 8시간 동안 92℃에서 가열

(DWG- 50000AR, Dae-Woong, Seoul, Korea)하였다. 그 후 100 ml의 물을 넣고 다시 증숙(4h, 88℃) 및 가열(8h, 92℃)을 한 뒤에 모아진 추출액(1,000 ml)을 본 실험의 시료로 사용하였다.

### 2.2. 식이 조성 및 실험군

평균체중이 200±10 g인 7주령 된 Sprague Dawley 계 수컷 흰쥐(Dae Han Biolink)를 기초 식이로 1주일 간 예비 사육하였다. 예비 사육 후, 6마리씩 4군으로 metabolic cage (JD-C-71, Jeongdo, Korea)에 나누어 5주간 실험 사육하였다. 실험 사육실의 온도는 20±1℃, 습도는 50±10%로 유지시켰고, 명암은 12시간 (07:00~19:00)주기로 조명하였다. 식이 조성 및 실험군은 Table 1에서와 같다. 실험군은 기본 식이를 급여시킨 대조군(control)인 정상군(ND)과 대조군에 산사 추출물을 섭취시킨 HE군, 질환 모델 대조군(CD군) 및 질환실험군에 산사 추출물을 섭취시킨 실험군(CH군)으로 하였다. 예비사육 및 실험사육 등 동물실험은 부산대학교 동물실험윤리위원회의 승인(PNU-2013-0310)과 관리 감독 하에 실시되었다.

### 2.2. 실험 동물의 처리

실험 사육 최종일에 7시간 동안 절식시키고 에테르 마취하에 심장채혈법으로 혈액을 취하였다. 혈액은 4℃에서 1시간 동안 방치한 후 분당 3,000 cycle로 20분간 원심분리하여 혈청을 얻어 실험에 사용하였다.

### 2.3. LDL-cholesterol, triglyceride (TG) 및 phospholipid (PL) 농도의 정량

LDL-cholesterol 및 triglyceride (TG) 농도는 효소법에 의해 조제된 시약(Eiken, Tokyo, Japan)을 이용하여 자동분석기(Hitachi 7150, Tokyo, Japan)로 측정하였고 phospholipid (PL)의 측정은 효소법으로 조제된 측정용 시약(SICDIA PL, Eiken, Tokyo, Japan)을 이용하여 자동분석기(Hitachi 7150, Tokyo, Japan)를 사용하여 분석하였다.

### 2.4. Free-cholesterol, Cholesteryl ester 농도 및 Cholesteryl ester 비의 정량

Free cholesterol은 효소법에 의해 조제된 시약(Free cholesterol, Eiken, Tokyo, Japan)을 이용하여 생화학 분석기(Modular Analytics P, Mannheim, Germany)로

**Table 1.** Experimental groups and compositions of experimental diet (%)

Ingredient	Group			
	ND	HE	CD	CH
Casein (C3400) (Sigma, St. Louis, USA)	22.0	22.0	22.0	22.0
Corn starch (S4126) (Sigma-Aldrich, St. Louis, USA)	48.0	48.0	48.0	48.0
Sucrose (Cheiljedang, Incheon, Korea)	15.0	15.0	15.0	15.0
Cellulose (C8002) (Sigma, St. Louis, USA)	5.0	5.0	4.0	4.0
Mineral Mix* (960400) (MP Biomedicals, California, USA)	3.5	3.5	3.5	3.5
Vitamin Mix** (960402) (MP Biomedicals, California, USA)	1.0	1.0	1.0	1.0
Soybean oil (Ottogi, Gyeonggido, Korea)	5.0	5.0	-	-
Lard (Daekyung, Gyeongnam, Korea)	-	-	5.0	5.0
Cholesterol (C8667) (Sigma, St. Louis, USA)	-	-	0.75	0.75
Sodium cholate (S9875) (Sigma, St. Louis, USA)	-	-	0.25	0.25
L-Cystine (34430-0310) (Junsei, Tokyo, Japan)	0.3	0.3	0.3	0.3
Choline bitartrate (C1629) (Sigma, St. Louis, USA)	0.2	0.2	0.2	0.2
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

Group ND : Noncholesterolemic Diet (control group).  
CD : Cholesterolemic Diet.

HE : Noncholesterolemic Diet + Haw Extract.  
CH : Cholesterolemic Diet + Haw extract.

\* AIN-93G-MX Mineral Mix.

\*\* AIN-93-VX Vitamin Mix.

분석하였다. Cholesteryl ester 농도는 총 콜레스테롤 농도에서 유리 콜레스테롤 농도를 뺀 평균값으로 표시하였다. Cholesteryl ester 비는 Cholesteryl ester/Total cholesterol $\times$ 100으로 구하여 나타내었다.

## 2.5. 혈당 농도의 정량

Blood glucose 농도는 효소법에 의해 조제된 시약 (Eiken, Tokyo, Japan)을 이용하여 생화학분석기 (Hitachi 7150, Tokyo, Japan)로 측정하였다.

## 2.6. 통계처리

분석 결과의 통계처리는 실험군 당 평균값과 표준편차를 계산하여 나타내었다. 군간의 차이는 one-way analysis of variance (ANOVA, IBM SPSS statistics ver. 21)로 분석한 후  $p < 0.05$  수준에서 Duncan's multiple range test에 의하여 각 실험군 간의 유의성을

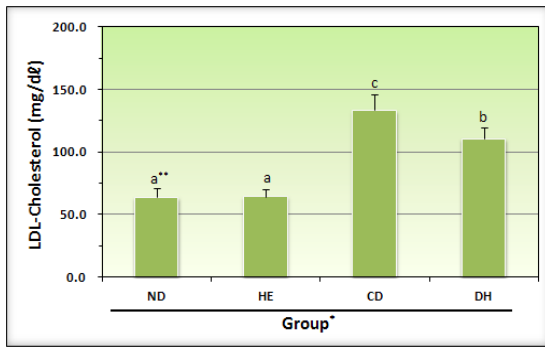
검증하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. LDL-cholesterol 농도

LDL-cholesterol 농도는 Fig. 1과 같이, 지질대사 증후군인 CD군에서  $133.2 \pm 12.5$  mg/dl로 유의적으로 가장 높은 농도를 나타내었으며 지질대사 증후군에 산사 추출물을 급여시킨 CH군에서  $110.6 \pm 8.7$  mg/dl로 CD군에 비하여 유의적인 감소를 나타내었다. 대조군인 ND군과 대조군에 산사 추출물을 섭취시킨 HE군은 각각  $63.5 \pm 7.8$  mg/dl,  $64.1 \pm 5.6$  mg/dl로 유의적인 차이를 나타내지 않았다. LDL-cholesterol은 지방 세포의 운반 기능을 담당하며, 혈청 중 높은 농도로 유지 되면 동맥 내벽에 작용하여 동맥경화를 유발

한다고 알려져 있다(Chung 등, 1997). 따라서 본 실험 결과, 산사 추출물은 혈청 중 LDL-cholesterol 농도를 감소시키는 것으로 나타났다.



**Fig. 1.** Concentrations of LDL-cholesterol in serum of the experimental rats.

\*Group ND : Noncholesterolemic Diet (control group).

HE : Noncholesterolemic Diet + Haw Extract.

CD : Cholesterolemic Diet.

CH : Cholesterolemic Diet + Haw extract.

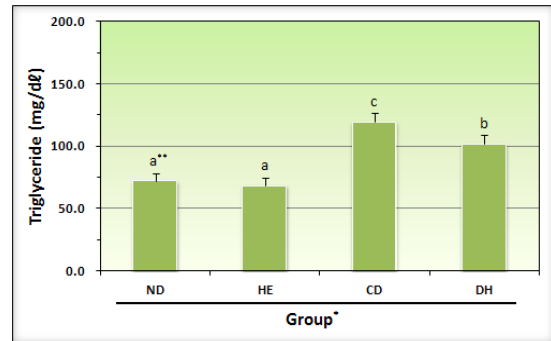
\*\*The data are presented as means±SD of 6 independent rats. Means with different letters are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

### 3.2. Triglyceride (TG) 농도

지질대사 증후군 유발 흰쥐에 있어 산사추출물의 혈청 중 TG 농도는 Fig. 2에서와 같다. 지질대사 증후군인 CD군이  $119.2 \pm 7.5$  mg/dl로 다른 실험군에 비하여 유의적으로 가장 높은 농도를 나타내었다. 지질대사 증후군에 산사 추출물을 급여시킨 CH군은  $101.6 \pm 7.6$  mg/dl로 CD군에 비하여 유의적으로 낮은 것으로 나타났다. 대조군인 ND군은  $72.1 \pm 6.3$  mg/dl, 대조군에 산사 추출물을 급여시킨 HE군이  $68.5 \pm 6.4$  mg/dl로 나타나 ND군과 HE군은 서로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 비만, 당뇨, 고혈압 등의 질환이 있을 경우 혈청 중 TG 및 LDL-cholesterol의 농도는 증가한다고 한다(Grundy, 1998; Matsubara 등, 2002). 따라서 본 실험 결과 산사추출물의 급여로 혈청 중 TG의 농도가 감소하는 것으로 확인되었다.

### 3.3. Phospholipid (PL) 농도

혈청 중의 PL 농도는 Fig. 3에서와 같이, 지질대사 증후군인 CD군이  $198.2 \pm 10.7$  mg/dl, 지질대사 증후군



**Fig. 2.** Concentrations of triglyceride in serum of the experimental rats.

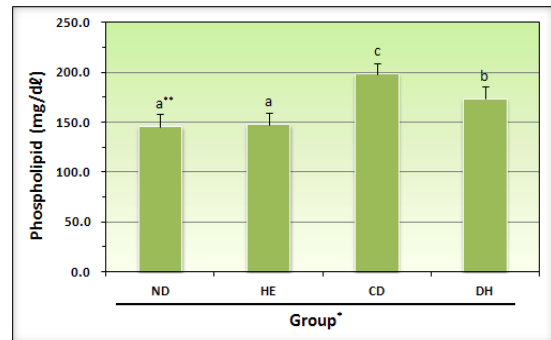
\*Group ND : Noncholesterolemic Diet (control group).

HE : Noncholesterolemic Diet + Haw Extract.

CD : Cholesterolemic Diet.

CH : Cholesterolemic Diet + Haw extract.

\*\*The data are presented as means±SD of 6 independent rats. Means with different letters are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.



**Fig. 3.** Concentrations of phospholipid in serum of the experimental rats.

\*Group ND : Noncholesterolemic Diet (control group).

HE : Noncholesterolemic Diet + Haw Extract.

CD : Cholesterolemic Diet.

CH : Cholesterolemic Diet + Haw extract.

\*\*The data are presented as means±SD of 6 independent rats. Means with different letters are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

에 산사추출물을 급여시킨 HE군이  $173.5 \pm 12.3$  mg/dl로 나타나 CD군에 비하여 유의성 있는 감소를 보였다. 대조군인 ND군과 대조군에 산사추출물을 급여시킨 HE군이 각각  $145.5 \pm 12.8$  mg/dl 및  $147.6 \pm 11.5$  mg/dl의 농도를 나타내어 유의적인 차이를 보이지 않았다. 따라

서 본 실험결과 지질대사 증후군 흰쥐에 있어서 산사 추출액의 급여는 LDL-cholesterol 및 TG, PL의 감소를 나타내었으며, 이는 산사에 함유된 quercetin, chlorogenic acid와 같은 성분들에 의한 심혈관계 질환 예방 효과 및 혈청 지질 개선 효과(Chon 등, 2009; Zhang 등, 2013) 때문인 것으로 판단된다.

3.4. Free-cholesterol 농도

혈청 중의 free cholesterol 농도는 Fig. 4와 같다. Free cholesterol의 농도는 지질대사 증후군인 CD군이 26.7±3.6 mg/dl로 유의적으로 가장 높은 함량을 나타내었고 지질대사 증후군에 산사 추출물을 급여시킨 CH군이 19.7±2.8 mg/dl로 지질대사 증후군인 CD군에 비하여 유의적인 감소를 나타내었다. 대조군인 ND군(14.2±2.2 mg/dl)과 대조군에 산사 추출물을 섭취시킨 HE군(13.4±2.1 mg/dl)은 유의적인 차이가 없는 것으로 확인되었다. 혈청 중의 free cholesterol은 만성 간염, 간경변증, 폐쇄성 황달 등에서 증가한다고 하며 (Hur 등, 1985), 본 실험 결과 산사 추출물은 혈청 중의 free cholesterol 농도를 감소시키는 것으로 나타났다.

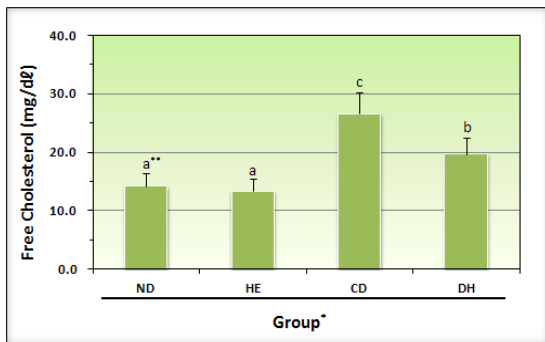


Fig. 4. Concentrations of free cholesterol in serum of the experimental rats.

\*Group ND : Noncholesterolemic Diet (control group).  
 HE : Noncholesterolemic Diet + Haw Extract.  
 CD : Cholesterolemic Diet.  
 CH : Cholesterolemic Diet + Haw extract.

\*\*The data are presented as means±SD of 6 independent rats. Means with different letters are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

3.5. Cholesteryl ester 농도

혈청 중의 cholesteryl ester 농도는 Fig. 5에서와 같

이, 지질대사 증후군인 CD군에서 152.8±10.6 mg/dl로 다른 실험군에 비하여 유의적으로 가장 높은 것으로 나타났다. 지질대사 증후군에 산사추출물을 급여시킨 CH군은 123.1±9.1 mg/dl로 CD군에 비하여 유의적인 감소를 보였다. 대조군인 ND군은 91.1±7.3 mg/dl, 대조군에 산사추출물을 섭취시킨 HE군은 85.2±7.0 mg/dl로 두 그룹 간에 유의적인 차이는 없는 것으로 확인되었다.

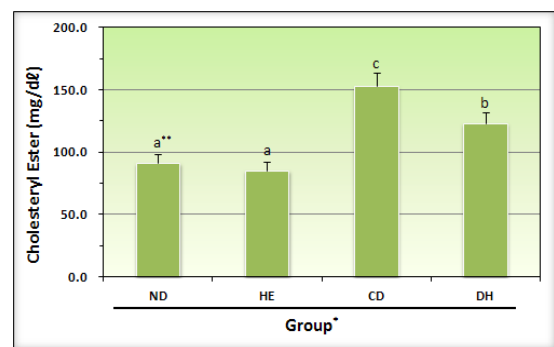


Fig. 5. Concentrations of cholesteryl ester in serum of the experimental rats.

\*Group ND : Noncholesterolemic Diet (control group).  
 HE : Noncholesterolemic Diet + Haw Extract.  
 CD : Cholesterolemic Diet.  
 CH : Cholesterolemic Diet + Haw extract.

\*\*The data are presented as means±SD of 6 independent rats. Means with different letters are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

3.6. Cholesteryl ester 비

혈청 중의 cholesteryl ester 비는 Fig. 6과 같다. 대조군인 ND군(86.5±5.9), 대조군에 산사 추출물을 급여시킨 HE군(86.4±5.8), 지질대사 증후군인 CD군(85.1±6.0) 및 지질대사 증후군에 산사 추출물을 섭취시킨 CH군(86.2±5.9) 사이에 유의적인 차이는 없는 것으로 확인되었다. Cholesteryl ester 비는 간질환의 지표로 이용되며 고지혈증 등에서 증가하는 것으로 알려져 있다(Kim과 Seong, 2008). 따라서 본 실험 결과 산사의 섭취는 혈청 지질 개선 및 동맥경화 예방 효과가 있을 것으로 생각된다.

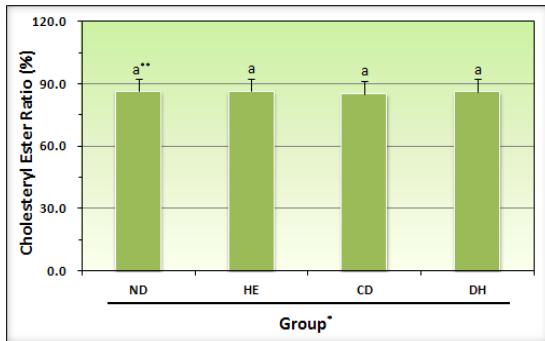


Fig. 6. Ratio of cholesteryl ester in serum of the experimental rats.

\*Group ND : Noncholesterolemic Diet (control group).

HE : Noncholesterolemic Diet + Haw Extract.

CD : Cholesterolemic Diet.

CH : Cholesterolemic Diet + Haw extract.

\*\*The data are presented as means±SD of 6 independent rats. Means with different letters are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

### 3.7. 혈당 농도

혈청 중의 혈당의 농도는 Fig. 7과 같다. 지질대사 증후군인 CD군이  $169.8 \pm 10.3$  mg/dL로 나타나 다른 군에 비하여 유의적으로 높은 농도를 나타내었다. 지질대사 증후군에 산사 추출물을 급여시킨 CH군이

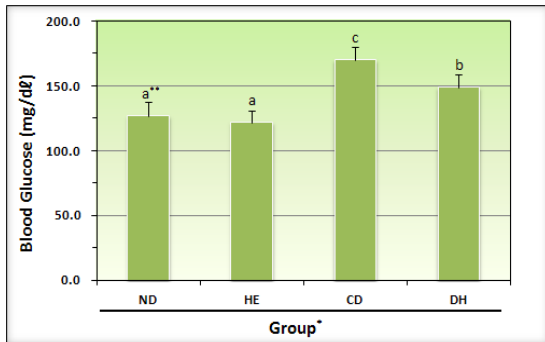


Fig. 7. Concentrations of blood glucose in serum of the experimental rats.

\*Group ND : Noncholesterolemic Diet (control group).

HE : Noncholesterolemic Diet + Haw Extract.

CD : Cholesterolemic Diet.

CH : Cholesterolemic Diet + Haw extract.

\*\*The data are presented as means±SD of 6 independent rats. Means with different letters are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

$148.7 \pm 10.2$  mg/dL로 CD군에 비하여 유의적으로 감소하였다. 대조군인 ND군과 대조군에 산사 추출물을 섭취시킨 HE군은 각각  $126.6 \pm 10.8$  mg/dL 및  $121.5 \pm 9.6$  mg/dL로 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다. 관상동맥질환 환자의 약 66%는 혈당의 항상성 유지 기능이 비정상적으로 나타난다고 알려져 있으며, 고지혈증 등의 질환이 있을 경우 세포내로 glucose가 유입 되는 것을 억제한다고 알려져 있다(Kim, 2006; O'Keefe와 Bell, 2007). 따라서 본 실험 결과 지질대사 증후군에 있어 산사추출물의 급여는 혈당 기능 개선 효과가 있는 것으로 사료된다.

## 4. 결론

지질대사 증후군인 Sprague Dawley계 수컷 흰쥐에 있어서, 산사추출물의 섭취에 의한 지질 성분 및 혈당 완화 효과를 생리생화학적 측면에서 검토하기 위하여 본 실험을 수행하였다. 대조군인 ND군, 대조군에 산사추출물을 급여시킨 HE군, 지질대사 증후군인 CD군, 지질대사 증후군에 산사추출물을 섭취시킨 CH군을 5주간 실험 사육한 결과는 다음과 같다. LDL-cholesterol, TG, PL, free cholesterol, cholesterol ester 및 혈당의 농도는 CD군에서 다른 실험군에 비하여 유의적으로 높은 것으로 나타났고, CH군에서 CD군에 비하여 유의성 있는 감소를 보였다. 대조군인 ND군과 대조군에 산사추출물을 급여시킨 HE군에서는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. Cholesterol ester 비는 모든 실험군에서 유의성 있는 차이를 보이지 않았다. 이상의 결과를 미루어 볼 때, 산사 추출물은 지질대사 증후군 흰쥐의 혈청 지질대사 이상 및 혈당 조절 기능 이상 등에서 오는 각종 질환의 예방 및 개선 효과가 있을 것으로 추정된다.

## 참고 문헌

- Chon, J. W., Park, J. K., Lee, M. A., Jeong, M. R., Han, J. H., Park, Y. K., 2009, Fermented *Crataegi fructus* vinegar improves lipid metabolism in rats fed high fat diet, J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr., 38, 1024-1031.
- Chon, J. W., Park, S. J., Han, J. H., Park, S. H., 2005, Study of *Crataegi fructus* for medicinal foods

- applications -nutrition composition and scheme for foods-, Kor. J. Oriental Physiology & Pathology, 19, 1220-1224.
- Chung, S. T., Chung, D. C., Lee, B. K., 1997, Relative risk of hypertension for obesity, hypercholesterolemia and hypertriglyceridemia, Exercise Science, 6, 45-57.
- Grundey, S. M., 1998, Hypertriglyceridemia, atherogenic dyslipidemia, and the metabolic syndrome, Am. J. cardiology, 81, 18-25.
- Heo, H. J., Nam, S. Y., Lee, S. K., Chung, S. J., Yoon, J. H., 2012, The relationship between high energy/low nutrient food consumption and obesity among Korean children and adolescents, Kor. J. Community Nutr., 17, 226-242.
- Hong, S. I., Park, H. J., Kwak, S. J., Park, S. H., Yu, H. J., Won, D. J., Prak, J. S., Lee, D. J., Ahn, S. H., Koo, J. S., 1996, Comparison of atherosclerotic heart disease risks between vegetarian and non-vegetarian, Kor. J. Medicine, 51, 45-52.
- Hur, J. W., Jeon, Y. J., Park, S. K., 1985, Determination of total cholesterol, free cholesterol and individual cholesteryl esters in various liver diseases, Kor. J. Gastroenterology, 17, 129-135.
- Kim, H. S., 2006, Effects of the *Saururus chinensis* Baill hot-water extract intake on the lipid components and metabolic enzyme activities in hyperlipidemic rats, Kor. J. Exercise Nutr., 10, 99-106.
- Kim, H. S., Seong, J. H., 2008, Effects of chitosan oligosaccharide supplementation on blood glucose, lipid components and enzyme activities in hyperglycemic rats, Kor. J. Food & Nutr., 21, 328-335.
- Kim, J. S., Lee, G. D., Kwon, J. H., Yoon, H. S., 1993, Identification of phenolic antioxidative components in *Crataegus pinnatifida* Bunge, J. Kor. Agric. Chem. Soc., 36, 154-157.
- Kwok, C. Y., Wong, C. N. Y., Yau, M. Y. C., Yu, P. H. F., Au, A. L. S., Poon, C. C. W., Seto, S. W., Lam, T. Y., Kwan, Y. W., Chan, S. W., 2010, Consumption of dried fruit of *Crataegus pinnatifida* (hawthorn) suppresses high-cholesterol diet- induced hypercholesterolemia in rats, J. Functional Foods, 2, 179-186.
- Lim, J. D., Yu, C. Y., Kim, M. J., Yun, S. J., Lee, S. J., Kim, N. Y., Chung, I. M., 2004, Comparison of SOD activity and phenolic compound contents in various Korean medicinal plants, Kor. J. Medicinal Crop. Sci., 12, 191-202.
- Liu, P., Yang, B., Kallio, H., 2010, Characterization of phenolic compounds in chinese hawthorn (*Crataegus pinnatifida* Bge. var. *major*) fruit by high performance liquid chromatography - lectrospray ionization mass spectrometry, Food Chemistry, 121, 1188-1197.
- Matsubara, M., Maruoka, S., Katayose, S., 2002, Decreased plasma adiponectin concentrations in women with dyslipidemia, J. Clinical Endocrinology & Metabolism, 87, 2764-2769.
- O'Keefe, J. H., Bell, D. S. H., 2007, Postprandial hyperglycemia/hyperlipidemia (post-prandial dysmetabolism) is a cardiovascular risk factor, Am. J. cardiology, 100, 899-904.
- Park, C. S., Yang, K. M., Kim, M. L., 2006, Functional properties of medicinal plant extracts, Kor. J. food Cookery Sci., 23, 720-727.
- Park, S. J., Shin, E. H., Lee, J. H., 2012, Biological activities of solvent fractions from methanolic extract of *Crataegi fructus*, Kor. J. Food & Nutr., 25, 897-902.
- Ryu, B. H., Koo, K. S., Baek, U. H., Bang, H. S., Hong, Y. J., Park, S. W., Lee, H. M., 2007, The effect of eight-weeks exercise therapy and diet therapy on male middle school students obesity and physical fitness, Kor. J. Growth and Development, 15, 87-93.
- Wang, S. B., Ahn, E. M., Jung, J. W., 2009, The fruits of *Crataegus pinnatifida* Bunge ameliorates learning and memory impairments induced by scopolamine, Kor. J. Herbology, 24, 165-171.
- Yamakoshi, J., Kataoka, S., Koga, T., Ariga, T., 1999, Proanthocyanidin-rich extract from grape seeds attenuates the development of aortic atherosclerosis in cholesterol-fed rabbits, Atherosclerosis, 142, 139-149.
- Zhang, J., Liang, R., Wang, L., Yan, R., Hou, R., Gao, S., Yang, B., 2013, Effects of an aqueous extract of *Crataegus pinnatifida* Bge. var. *major* N.E.Br. fruit on experimental atherosclerosis in rats, J. Ethnopharmacology, 148, 563-569.