

미나리 줄기(*Oenanthe javanica*), 울무(*Coicis lachryma-jobi* L. var.),  
차전자(*Plantaginis asiatica* L.) 물 추출물이 지질대사  
관련 주요 효소들의 활성화에 미치는 영향

이현주<sup>1</sup> · 정미자<sup>2</sup> · 김대중<sup>1</sup> · 최 면<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>강원대학교 식물생명공학전공

<sup>2</sup>강원대학교 BK21사업단(뉴트라슈티컬바이오)

Effects of *Oenanthe javanica*, *Coicis lachryma-jobi* L. var., and *Plantaginis asiatica*  
L. Water Extracts on Activities of Key Enzymes on Lipid Metabolism

Hyeon-Ju Lee<sup>1</sup>, Mi Ja Chung<sup>2</sup>, Dae-Jung Kim<sup>1</sup>, and Myeon Choe<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Plant Biotechnology, Division of Biotechnology, School of Bioscience and Biotechnology, and

<sup>2</sup>The Nutraceutical Bio Brain Korea 21 Project Group, Kangwon National University, Gangwon 200-701, Korea

Abstract

This study was carried out to estimate beneficial effects of medicinal plant [*Oenanthe javanica* (MNR), *Coicis lachryma-jobi* L. var. (YM), *Plantaginis asiatica* L. (CJJ)] water extracts on activities of key enzymes such as lipoprotein lipase (LPL), acyl-CoA synthetase (ACS) and carnitine acetyltransferase (CAT) on lipid metabolism. LPL and ACS were extracted from the epididymal adipose tissue and liver of Zucker lean rats (lean) and Zucker fatty rats (fa/fa). MNR or YM water extract treatment significantly reduced the activity of lean and fa/fa LPL. When 10000 ppm of MNR, YM, and CJJ water extracts were tested, they decreased fa/fa LPL activity by 32.5%, 30.1% and 22.8%, respectively. The lean ACS activity was significantly higher in YM water extract treatment compared to the control and the MNR water extract treatment significantly increased the activity of fa/fa ACS, compared to the activity in the control ( $p < 0.05$ ). MNR water extract activated fa/fa ACS activity by 12-fold compared with control at 10000 ppm concentration. CAT activity was significantly higher in 10000 ppm and 20000 ppm CJJ water extract treatment than in the control. Thus, the MNR, YM and CJJ water extracts may have beneficial effects due to activities of enzymes related with fat metabolism in obese humans.

**Key words:** obesity, acyl-CoA synthetase, lipoprotein lipase, carnitine acetyl transferase, medicinal plant

서 론

급속한 경제 성장과 생활수준 향상으로 생활이 편리해지고, 최근 식생활 형태의 변화와 활동량 감소에 의하여 비만 인구가 증가하고 있다. 현대인의 중요한 건강문제로 대두되고 있는 비만은 체지방이 증가된 상태로 에너지의 섭취가 소비보다 높은 경우에 발생하며, 체중의 과잉증가가 아니라 지방조직의 과잉증가를 의미한다(1). 비만 인구가 계속 증가하는 경향을 보이며 추후 비만으로 인한 보건학적 비용의 지속적인 증가가 불가피한 상황이다. 이러한 비만은 심리적 으로나 사회적으로 개인을 위축시키는 외모상의 문제뿐만 아니라 고혈압, 동맥경화증, 당뇨병 등 성인병의 위험을 증가시키고 심혈관계 질환과 같은 만성적·대사적 질환을 유발시키는 중요한 문제가 되고 있어(2) 비만 예방 및 치료를

위한 방법들 개발이 요구되어지고 있으며 몸무게를 효과적으로 관리하는 것이 매우 중요하다. 비만을 개선하기 위한 방법들로 식사, 운동, 약물 치료 등 다양한 비만 치료방법이 다각도로 제시되고 있다(2). 약물요법으로는 비만을 일으키는 작용기전에 따라서 분류되고 시판되고 있으나 이러한 약물은 다양한 부작용을 동반하고 있어(3,4) 최근에는 천연식물로부터 체중조절에 효과적인 기능성 소재들을 찾아내고 이들의 작용기전을 밝히는 연구들이 활발하게 진행되고 있다(5,6).

미나리(*Oenanthe javanica*)는 독특한 향미가 있어 김치, 나물 등 다양한 용도로 식용되어져 오고 있으며, 혈압강하, 해열, 진정, 변비예방 및 하혈 등에 효과가 있고, 항균작용과 고혈압에도 효과가 있는 것으로 알려져 있다(7,8). 이와 같은 미나리의 약리 효과는 뿌리보다는 잎과 줄기에서 더욱 강한

\*Corresponding author. E-mail: mchoe@kangwon.ac.kr  
Phone: 82-33-250-8645, Fax: 82-33-250-7451

것으로 보고된 바 있다(9). 울무(*Coicis lachryma-jobi* L. var.) 역시 식용·약용으로 이용되고 있으며, 항염증 작용, 항진통 효과, 항암 효과, 혈당강하 작용, 체중증가 억제효과, 콜레스테롤 감소효과, 돌연변이 억제효과 그리고 항산화 효과(10-17) 등 생리활성에 관한 연구가 많이 보고되고 있다. 차전자(*Plantaginis asiatica* L.)는 우리나라, 중국 및 일본에서 자생하는 다년생 초본으로 질경이과에 속하는 종자이며(18), Cho와 Kim(18)은 간 기능을 증가시키고 지질대사에 영향을 미쳐 고지혈증을 향상시킨다고 보고하였고, 차전자에 함유된 생리활성 물질이 간독성에 대한 해독작용과 담즙산배설 촉진 작용 등이 보고되었다(19,20). 울무와 차전자가 고지혈증을 예방 및 개선하고 항비만 효과가 있다는 일부 보고들(17,18)이 있지만 미나리에 대한 항비만 효과에 대한 연구는 미비한 실정에 있다. 특히 미나리, 울무 및 차전자 물 추출물들이 지질대사 관련 효소에 어떤 영향을 미치는지에 대한 연구는 전무한 실정에 있다.

항비만과 관련된 기작으로는 식욕의 조절, 지방의 소화 및 흡수 방해, 적응성 열 발생을 통한 에너지 소비의 증가 및 지질 대사의 조절 등이 잘 연구되어져 있으며(21), 이들 기작과 관계된 중요 효소들은 lipoprotein lipase(LPL), acyl coenzyme A(CoA) synthetase(ACS) 및 carnitine-acetyl transferase(CAT)가 있다(22-24). LPL이 활성화 되면 중성지방(triglyceride)이 지방산(fatty acid)과 글리세롤(glycerol)로 분해되면 지방산은 지방조직세포로 유입되어 이용된다(22). ACS는 혈중으로부터 세포내로 유입된 지방산을 acyl-CoA로 전환시키는 중추적인 역할을 하는데 형성된 acyl-CoA는 CAT가 활성화되어 지방을 에너지원으로 사용되면서 비만을 억제할 수 있다(23,24). 따라서 본 연구에서는 ACS와 CAT의 활성을 증가시켜 지방을 산화시켜 에너지로 전환시키고 LPL 활성을 감소시켜 중성지방을 지방세포로 유입을 억제하는 천연 소재를 찾고자 하였다.

조직으로부터 분리된 효소에 천연 소재 물 추출물들을 처리하여 그 효소의 활성 정도에 따라 소재의 기능성을 평가하는 연구들(25,26)이 수행되어져 오고 있어 본 연구에서는 *in vivo* 실험 전에 항비만 소재 선택을 위한 과학적 근거를 얻고자 유전적으로 비만을 유도한 Zucker fatty 흰쥐(fa/fa)과 대조군으로 사용된 Zucker lean 흰쥐(lean)의 지방과 간으로부터 지질대사 관련 주요 효소들(LPL, ACS 그리고 CAT)을 분리한 후 미나리 줄기, 울무 및 차전자 물 추출물들을 분리한 효소들에게 처리했을 때 LPL, ACS 및 CAT 활성들에 미치는 영향을 알아보았다.

## 재료 및 방법

### 재료 및 추출방법

본 실험에 이용한 미나리(*Oenanthe javanica*) 줄기(MNR), 울무(*Coicis lachryma-jobi* L. var., YM), 차전자

(*Plantaginis asiatica* L., CJJ)를 건조하여 분쇄한 후 g당 10.7배의 증류수를 첨가하여 60°C shanking incubator에서 24시간 추출하였다. 각각의 추출물을 10000 rpm에서 30분 동안 원심분리 하여 0.45  $\mu$ m로 여과한 후 감압 농축하여 동결 건조한 분말을 각종 효소 활성 측정을 위한 시료로 사용하였다. 동결 건조한 분말을 100 ppm, 1000 ppm, 10000 ppm 그리고 20000 ppm의 농도로 물에 다시 용해한 후 실험에 사용하였다.

### 실험동물

유전적으로 비만을 유도시킨 9주령 된 Zucker lean 흰쥐(lean) 대조군과, 비만 모델군 Zucker fatty 흰쥐(fa/fa) 각각 7마리를 미국 Harlan Sprague Dawley Inc. 사로부터 구입하여 일주일간 적응기간을 두었다. 동물 사육실 실험조건은 온도 21~26°C, 습도 45~55%로 유지시켰으며, 조명은 오전 8시에 자동 점등하고 오후 8시에 자동 소등하여 12시간 간격으로 조명을 조절하였다. 물은 증류수를 공급하였으며 사료와 물은 자유롭게 먹도록 하였다.

일주일 후 Avertin(0.8 mg/g)(27)을 복강 투여하여 마취시킨 다음 복부를 절개하여 간조직 및 부고환 지방을 적출하여 PBS를 이용하여 혈액 및 이물질을 제거한 후 7마리 흰쥐 간조직을 모두 합하고 부고환 지방도 한곳에 모아 섞은 후 효소 활성 측정의 위한 효소원 제조를 위해 사용하였다.

### 효소 활성 측정을 위한 효소원 제조

7마리 흰쥐로부터 적출한 부고환지방을 모두 합하여 25 mM NH<sub>4</sub>Cl(pH 8.1)을 1:2(w/v) 비율(부고환지방 2 g이면 4 mL)로 넣어 5분간 균질한 후 2,000 rpm에서 10분간 원심분리 한 지방층을 제거하였고, 상등액을 다시 4,000 rpm에서 원심분리 하여 상등액을 취하여 LPL 효소원으로 사용하였다.

7마리 흰쥐로부터 적출한 간조직을 모두 합하여 buffer A(0.25 M sucrose, pH 7.4)를 이용하여 혈액 및 이물질을 씻어서 제거한 뒤 buffer B(150 mM KCl, 5 mM EDTA, 5 mM MgCl<sub>2</sub>, 10 mM, 2-mercaptoethanol)를 1:10(w/v) 비율(간조직 2 g이면 20 mL)로 첨가한 후 5분간 균질화하여 얻은 균질액을 600×g에서 10분간 원심분리하고 난 뒤 상등액을 취하였다. 다시 8,000×g에서 10분간 원심분리 하여 침전물을 제거한 상등액을 105,000×g에서 70분간 원심분리 하여 얻은 상등액을 ACS가 함유된 세포질(cytosol) 분획물로 사용하였다. 조직으로부터 분리된 효소는 1 mL씩 분주한 후 -80°C에 보관하면서 효소 활성 실험을 위해 사용하였다.

CAT는 Sigma Chemical Co.(St. Louis, MO, USA)에서 enzyme solution을 구입하여 사용하였다.

### LPL 활성 측정

LPL의 활성측정은 Quinn 등의 방법(28)으로 측정하였다. 즉, reagent A[150 mM sodium chloride와 0.5%(v/v) Triton-100의 용액으로 제조한 100 mM sodium phosphate

buffer, pH 7.2] 800  $\mu$ L에 시료 100  $\mu$ L을 넣고 분획하여 얻은 lipoprotein lipase 효소 용액 100  $\mu$ L와 reagent C[50 mM p-nitrophenyl butyrate(PNPB)을 reagent B로 녹임] 10  $\mu$ L로 발색시켜 570 nm에서 비색 정량하여 LPL의 활성을 측정하였다. LPL 활성은 아래 계산식에 의해 units/mg protein으로 나타내었다.

$$\text{Units/mL enzyme} = \frac{[(\Delta A_{400 \text{ nm/min Test}} - \Delta A_{400 \text{ nm/min Blank}}) (1.01)(df)]}{(0.0148)(0.1)}$$

1.01 = Volume (in milliliters) of assay

df = Dilution factor

0.0148 = Micromolar extinction coefficient of p-nitrophenol at 400 nm

0.1 = Volume (in milliliter) of enzyme used

$$\text{Units/mg protein} = \frac{\text{units/mL enzyme}}{\text{mg protein/mL enzyme}}$$

#### ACS 활성 측정

ACS의 활성 측정은 Shimizu 등의 방법(29)으로 측정하였다. 즉, reagent B는 100 mM tris 용액이다. Reagent A[20 mM magnesium chloride, 2 mM ethylenediaminetetraacetic acid(EDTA) 그리고 0.25%(w/v) Triton X-100을 녹인 용액으로 만든 200 mM tris 완충액] 900  $\mu$ L, 시료 10  $\mu$ L, reagent C[14.5 mM adenosine 5'-triphosphate 용액(ATP)] 25  $\mu$ L, reagent D[reagent B로 제조한 42.7 mM phospho(enol)pyruvate 용액(PEP)] 25  $\mu$ L, reagent E[reagent B로 제조한 72 units/mL myokinas 효소(MK)] 25  $\mu$ L, reagent F[reagent B로 제조한 120 units/mL PK/LDH 혼합된 효소들] 25  $\mu$ L, reagent G[reagent B로 제조한 49 mM Coenzyme A(CoA)], reagent H[5.3 mM  $\beta$ -nicotinamide adenine dinucleotide, reduced form solution( $\beta$ -NADH)]를 재빨리 넣고 잘 섞은 후 ACS 용액 100  $\mu$ L와 reagent J[reagent I: 0.25%(v/v) Triton-100, reagent I로 제조한 0.98 mM sodium oleic 용액] 100  $\mu$ L를 넣고 다시 한 번 재빨리 섞은 후 큐벳에 옮겨 340 nm에서 15분간 NADH의 산화를 통하여 ACS 활성을 측정하였다. ACS 활성은 아래 계산식에 의해 units/mg protein으로 나타내었다.

$$\text{Units/mL enzyme} = \frac{[(\Delta A_{340 \text{ nm/min Test}} - \Delta A_{340 \text{ nm/min Blank}}) (2.8)(df)]}{(2)(6.22)(0.2)}$$

2.8 = Total volume (in milliliter) of assay

df = Dilution factor

2 = 2 moles of  $\beta$ -NAD produced per mole of oleate used

6.22 = Millimolar extinction coefficient of  $\beta$ -NAD at 340 nm

0.2 = Volume (in milliliter) of enzyme used

$$\text{Units/mg solid} = \frac{\text{units/mL enzyme}}{\text{mg solid/mL enzyme}}$$

$$\text{Units/mg protein} = \frac{\text{units/mL enzyme}}{\text{mg protein/mL enzyme}}$$

#### CAT 활성 측정

CAT의 활성 측정은 Bergmeyer의 방법(30)으로 측정하였다. Reagent A(100 mM tris-HCl 완충용액, pH 8.0), reagent B(11 mM coenzyme A), reagent C(83.4 mM acetyl-DL-carnitine)를 충분히 섞은 후 650  $\mu$ L을 큐벳에 넣고 시료 10  $\mu$ L와 CAT 용액(0.6 unit/mL) 50  $\mu$ L을 넣은 후 재빨리 섞은 후 233 nm에서 5분간 측정하면서 CAT 활성을 측정하였다. CAT 활성은 아래 계산식에 의해 units/mg protein으로 나타내었다.

$$\text{Units/mL enzyme} = \frac{[(\Delta_{233\text{nm}}/\text{min Test} - \Delta_{233\text{nm}}/\text{min Blank})(3)(df)]}{(4.5)(0.1)}$$

3 = Total volume (in milliliters) of assay

df = Dilution factor

4.5 = Millimolar extinction coefficient of Acetyl-CoA at 233 nm

0.1 = Volume (in milliliter) of enzyme used

$$\text{Units/mg solid} = \frac{\text{units/mL enzyme}}{\text{mg solid/mL enzyme}}$$

$$\text{Units/mg protein} = \frac{\text{units/mL enzyme}}{\text{mg protein/mL enzyme}}$$

#### 통계처리

실험에서 얻어진 결과의 통계적 유의성은 SPSS(statistical package for social sciences, version 10.0, Chicago, USA) program을 이용하여 실험군당 평균  $\pm$  표준편차로 표시하였고, 각 농도의 평균치의 통계적 유의성을  $p < 0.05$  수준에서 Duncan's multiple range test에 의해 검정하였다.

## 결과 및 고찰

천연소재 물 추출물이 lipoprotein lipase(LPL) 활성에 미치는 영향

미나리(MNR), 울무(YM) 그리고 차전자(CJJ) 물 추출물들의 수율은 각각 5.01%, 17.14% 그리고 0.60%였다.

미나리(MNR), 울무(YM) 그리고 차전자(CJJ) 물 추출물들이 대조군인 Zucker lean 흰쥐(lean)와 비만 모델군 Zucker fatty 흰쥐(fa/fa)의 부고환 지방로부터 분리된 LPL의 활성에 미치는 영향을 알아보았다. Zucker lean 흰쥐(lean)의 LPL 활성은 대조군과 비교하여 미나리(MNR) 물 추출물 100 ppm과 1000 ppm 처리에 의해 현저하게 감소하였고, 울무 물 추출물은 1000 ppm 처리군을 제외한 모든 처리군에서 대조군과 비교하여 현저하게 감소하였다. 차전자(CJJ) 물 추

출물은 LPL 활성에 영향을 미치지 않았다(Fig. 1A).

비만 모델 흰쥐인 Zucker fatty 흰쥐(fa/fa)에서는 무 처리 군인 대조군과 비교하여 100 ppm의 미나리 물 추출물 및 2000 ppm 울무 물 추출물을 제외한 모든 미나리(MNR) 및 울무(YM) 물 추출물 처리군에서 현저하게 LPL 활성억제가 나타났다. 차전자(CJJ) 물 추출물은 1000 ppm 처리군을 제외하고는 LPL 활성에 영향을 미치지 않았다(Fig. 1B).

LPL은 지방세포에서 합성되어 분해되고 모세혈관의 내피세포로 수송되어 여기서 중성지방이 풍부한 chylomicron과 VLDL과 같은 지단백질(lipoprotein)을 monoacylglycerol과 유리지방산으로 가수분해하는 주된 효소이다(22). 유리지방산은 LPL에 의해 지방조직내로 유입된 후 reesterification되어 중성지방 형태로 저장된다(31). LPL은 지방의 분해대사 촉진에 직접적으로 관여하지는 않지만 비만한 사람이 초저열량 식이를 실시하는 동안 체내 지방조직 내 지방 축적인자로 알려진 LPL 활성 및 LPL 유전자 발현이 현저하게 저하되었고 체중감소도 일어났다는 보고(32)가 있어 비만한 사람이 미나리(MNR) 및 울무(YM) 물 추출물을 섭취하면 LPL 활성 저하에 의해 비만을 개선할 수 있을 것으로 생각되던 체중이 정상인 사람들에게는 비만을 방지하는 비만 방지용 소재로 활용될 수 있을 것이라는 것을 시사하고 있다.

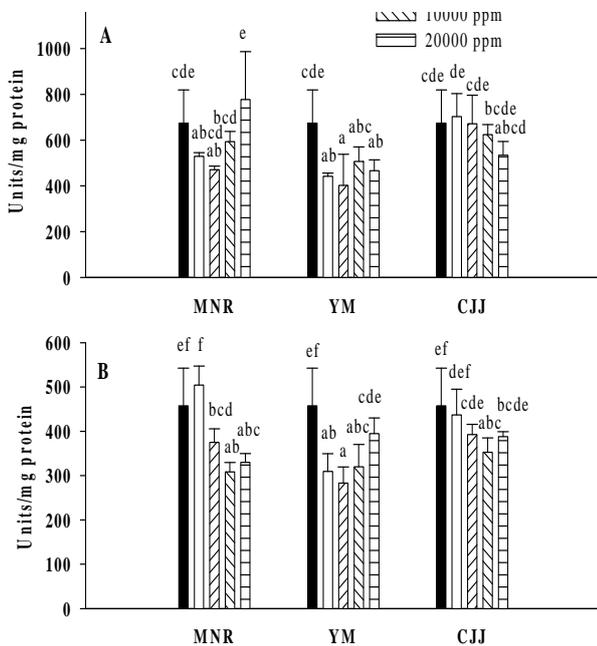


Fig. 1. Effect of medicinal plant water extracts on lipoprotein lipase (LPL) activity from the epididymal adipose tissue of Zucker lean rats (A) and Zucker fa/fa rats (B). MNR (*Oenanthe javanica*), YM (*Coicis lachryma-jobi* L. var.), CJJ (*Plantaginis asiatica* L.). Values are presented as means  $\pm$ SD (n=3). Means with different letters differ significantly from each extract (p<0.05), as determined by Duncan's multiple range test.

천연소재 물 추출물이 acyl-CoA synthetase(ACS) 활성에 미치는 영향

Fig. 2A는 비만 흰쥐의 대조군으로 사용된 Zucker lean 흰쥐(lean)의 간 세포질 분획물에 함유된 ACS 활성에 미나리(MNR), 울무(YM) 그리고 차전자(CJJ) 물 추출물들이 어떤 영향을 미치는지 알아본 결과이다. ACS 활성이 무처리군인 대조군과 비교하여 100, 1000 그리고 10000 ppm 울무 물 추출물 처리군에서 현저히 증가하였으나 가장 고농도에 20000 ppm 처리군에서는 오히려 ACS 활성이 대조군 수준으로 감소하였다(Fig. 2A). 미나리(MNR)와 차전자(CJJ) 물 추출물들은 ACS 활성에 영향을 미치지 않았다(Fig. 2A).

비만 모델군인 Zucker fatty 흰쥐(fa/fa)에서는 미나리 물 추출물 1000, 10000 그리고 20000 ppm에서 무처리군인 대조군과 비교하여 현저히 증가하였다. 울무(YM) 및 차전자(CJJ) 물 추출물 처리군은 대조군과 비교하여 유의적 차이가 없었다(Fig. 2B).

ACS 활성은 울무(YM) 물 추출물 처리군에서 10000 ppm 까지 대조군과 비교하여 현저히 증가하였으나 20000 ppm 처리군에서는 ACS 활성이 대조군 수준으로 감소했는데 이와 같은 결과는 울무(YM) 물 추출물이 다양한 기능성 소재로 사용되기 위해서 농도 결정이 중요한 인자라는 것을 제시하고 있다. 또한 Cha와 Lee(33)는 울무 추출물의 메탄올 추출물이 세포독성이 있음을 보고 하였고, 본 연구에서 3T3-L1 세포에 울무 물 추출물을 처리한 결과 10000 ppm에서는 세

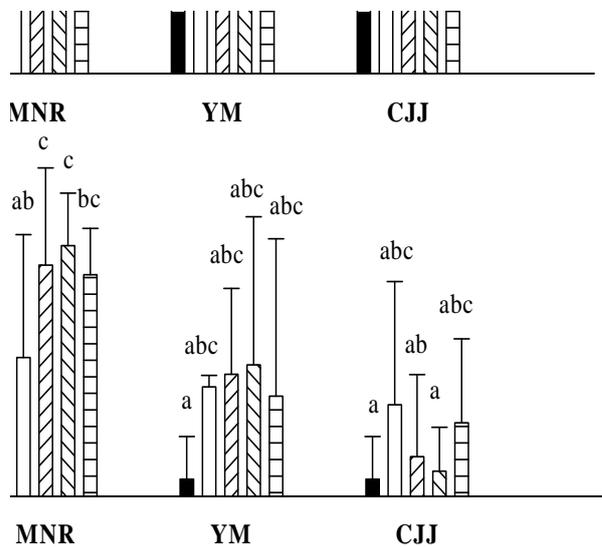


Fig. 2. Effect of medicinal plant water extracts on acyl-CoA synthetase (ACS) activity from the epididymal adipose tissue of Zucker lean rats (A) and Zucker fa/fa rats (B). MNR (*Oenanthe javanica*), YM (*Coicis lachryma-jobi* L. var.), CJJ (*Plantaginis asiatica* L.). Values are presented as means  $\pm$ SD (n=3). Means with different letters differ significantly from each extract (p<0.05), as determined by Duncan's multiple range test.

포독성을 나타내지 않았지만 20000 ppm에서는 약 10%의 세포독성을 나타내었으므로 고농도 처리는 ACS 활성화에 악영향을 미칠 수도 있을 가능성을 제시하였다.

ACS는 혈중 VLDL, chylomicron으로부터 세포내로 유입된 지방산을 acyl-CoA로 전환시키는 중추적인 역할을 하는데(23,24), 형성된 acyl-CoA는 CAT에 의해 미토콘드리아(mitochondria)로 유입되어 이화경로(catabolic pathway)인  $\beta$ -oxidation을 거쳐 분해되거나, 세포질에서 효소에 의해 중성지방(triglyceride)과 인산지질(phospholipids)로 전환된다. 경로의 선택은 긴 사슬지방산 아실-CoA가 미토콘드리아로 운반되는 속도에 따라 달라진다(23,24,34). 따라서 ACS를 활성화 시키는 물질이 동시에  $\beta$ -oxidation에 관여하는 효소들을 활성화시킬 수 있다면 비만 개선에 있어 이상적인 소재라 할 수 있을 것이다.

**천연소재 물 추출물이 carnitine acetyl transferase (CAT) 활성화에 미치는 영향**

미나리(MNR), 울무(YM) 그리고 차전자(CJJ) 물 추출물들이 CAT의 활성화에 미치는 영향을 알아 본 결과 미나리(MNR) 물 추출물은 CAT 활성화에 영향을 미치지 않았으나 차전자(CJJ) 물 추출물을 10000 ppm과 20000 ppm를 처리했을 때 CAT활성이 무처리군인 대조군과 비교하여 현저히 증가하였다(Fig. 3). 그러나 울무(YM) 물 추출물은 100 ppm, 1000 ppm 그리고 1000 ppm 처리군에서 대조군과 비교하여 오히려 CAT 활성화가 감소하였다.

지방산은 미토콘드리아 외막 효소인 아실 CoA 합성효소에 의해 아실 CoA로 활성화된다. 아실 CoA는 카르니틴과 반응하여 아실카르니틴 유도체를 형성한다. CAT 1은 이 반응을 촉매 한다. 아실카르니틴은 운반단백질에 의해 내막을 가로질러 운반된 후 아실 CoA는 CAT II에 의해서 재생된

다. 미토콘드리아 세포질의 CoA는 지방산 산화적 분해에 사용된다(24). 따라서 CAT를 활성화시키는 소재는 지방산 산화 분해에 의해 비만을 개선하는 효과를 나타낼 수 있을 것으로 생각된다.

따라서 ACS와 CAT를 활성화시키는 소재는 비만한 사람들에게 유익한 영향력을 주는 소재일 것으로 추정되나 본 연구에 사용된 소재 물 추출물들은 이 두 효소를 동시에 활성화시키는 소재는 없었다. 그러나 ACS를 활성화시킨 소재는 CAT 외에 다른 효소들을 활성화시켜 지방 산화를 유도할 수 있을 가능성이 있다(35,36).

본 연구 결과들을 종합하여 보면, 미나리 물 추출물은 정상인들에게 LPL 활성을 억제시키고, 비만한 사람에게 LPL 활성 억제와 ACS 활성화에 의해 비만개선 효과가 기대되고, 울무 물 추출물은 정상인들에게 LPL 억제와 ACS 활성화에 의해, 비만한 사람들에서는 LPL 활성을 억제시킴으로 그리고 차전자 물 추출물은 CAT 활성화를 증가시킴으로 비만개선 효과가 있을 것으로 생각된다.

**요 약**

본 연구는 미나리(*Oenanthe javanica*, MNR), 울무(*Coicis lachryma-jobi* L. var., YM) 및 차전자(*Plantaginis asiatica* L, CJJ) 물 추출물이 지질 대사 관련 효소들인 lipoprotein lipase(LPL), acyl-CoA synthetase(ACS) 그리고 carnitine acetyltransferase(CAT) 활성화에 유익한 영향력을 미치는지 알아보았다. LPL와 ACS는 비만 모델군 Zucker fatty 흰쥐(fa/fa)와 대조군인 Zucker lean 흰쥐(lean)의 부고환 지질과 간에서 각각 분리하였다. MNR이나 YM 물 추출물 처리는 일반(lean) 및 비만(fa/fa) 흰쥐로부터 분리한 LPL 활성을 현저하게 감소시켰다. MNR, YM 그리고 CJJ 물 추출물 10000 ppm을 처리했을 때 fa/fa LPL 활성이 각각 32.5%, 30.1% 그리고 22.8% 증가하였다. Lean ACS 활성이 대조군과 비교하여 YM 물 추출물에서 현저히 증가하였고 MNR 물 추출물 처리는 대조군과 비교하여 fa/fa ACS 활성을 현저하게 증가시켰다( $p < 0.05$ ). 10000 ppm MNR 물 추출물은 대조군과 비교하여 fa/fa ACS 활성을 12배까지 증가시켰다. CAT 활성이 대조군보다 10000 ppm과 2000 ppm CJJ 물 추출물 군에서 현저히 높았다. 따라서 MNR, YM 그리고 CJJ 물 추출물은 비만한 사람에게 지질 대사와 관련된 효소 활성화에 기인하여 유익한 효과가 있을 것으로 추정된다.

**감사의 글**

본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업과 강원대학교 BK21 뉴트라슈티컬사업단의 일부 지원에 의해 수행된 연구결과입니다.

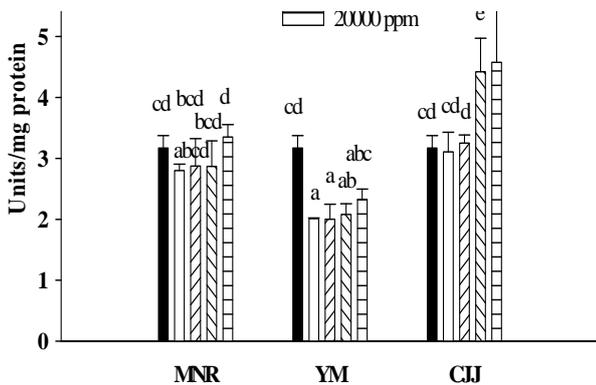


Fig. 3. Effect of medicinal plant water extracts on carnitine-acetyl transferase (CAT). MNR (*Oenanthe javanica*), YM (*Coicis lachryma-jobi* L. var.), CJJ (*Plantaginis asiatica* L.). Values are presented as means  $\pm$  SD (n=3). Means with different letters differ significantly from each extract ( $p < 0.05$ ), as determined by Duncan's multiple range test.

## 문헌

1. Choi MK, Kim MH, Lee YS, Cho HK, Kim KH, Lee BB, Sung MK, Sung CJ. 2005. Relation between obesity indices and, nutritional knowledge, nutritional status and blood parameters in obese middle-school students. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 181-189.
2. Naderali EK. 2009. Obesity and cardiovascular dysfunction: A role for resveratrol? *Obes Res Clin Pract* 3: 45-52.
3. Kim MH. 2004. Updates in treating obesity. *Korean J Health Psychol* 9: 493-959.
4. Reddy P, Chow MSS. 1998. Focus on orlistat: A non-systemic inhibitor of gastrointestinal lipase for weight reduction in the management of obesity. *Formulary* 33: 943-959.
5. Burns AA, Livingstone MB, Welch RW, Dunne A, Rowland IR. 2002. Dose-response effects of a novel fat emulsion (Oliibra) on energy and macronutrient intakes up to 36 h post-consumption. *Eur J Clin Nutr* 56: 368-377.
6. Zacour AC, Sliva ME, Cecon PR, Bambirra EA, Vieira EC. 1992. Effect of dietary chitin on cholesterol absorption and metabolism in rats. *J Nutr Sci Vitaminol* 38: 609-613.
7. Son MJ, Cha CG, Park JH, Kim CS, Lee SP. 2005. Manufacture of dropwort extract using brown sugar, fructose syrup and oligosaccharides. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 1485-1489.
8. Lee HY, Yoo MJ, Chung HJ. 2001. Antibacterial activities in watercress (*Oenanthe javanica* D.C.) cultivated with different culture methods. *Kor J Food Culture* 16: 243-249.
9. Whang TE, Lim HO, Lee JW. 1999. Effect of fermented (*Oenanthe javanica* D.C.) extract on the activity of enzymes related to liver function of alcohol-administered rats and mice. *Kor J Medicinal Crop Sci* 7: 107-114.
10. Otsuka H, Hirai Y, Nagao T, Yamasaki K. 1988. Anti-inflammatory activity of benzoxanoids from roots of *Coix lachryma-jobi* L. var. ma-yuen. *J Nat Prod* 51: 74-79.
11. Gomita Y, Ichimaru Y, Moriyama M, Fukamachi K, Uchikado A, Araki Y, Fukuda T, Koyama T. 1981. Behavioral and EEG effects of coixol (6-methoxy benzoxazolone), one of the components in *Coix lachryma-jobi* L. var. ma-yuen Stapf. *Folia Pharm Japan* 77: 245-259.
12. Numata M, Yamamoto A, Moribayash A, Yamada H. 1994. Antitumor components isolated from the Chinese herbal medicine *Coix lachryma-jobi*. *Planta Med* 60: 356-359.
13. Takahashi M, Konno C, Hikino H. 1986. Isolation and hypoglycemic activity of Coixans A, B and C, glycans of *Coix lachryma-jobi* L. var. ma-yuen seeds. *Planta Med* 52: 64-65.
14. Shin DK, Park CH, Lee YJ, Lee YO. 1990. The effect of Job's tear diet on change of body lipid and tissue in rat. *Kor J Oil Chem* 7: 83-90.
15. Park J, Yang M, Jun HS, Lee JH, Bae HK, Park T. 2003. Effect of raw brown rice and Job's tear supplemented diet on serum and hepatic lipid concentrations, antioxidative system and immune function of rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 197-206.
16. Kwak CS, Lim SJ, Kim SA, Park SC, Lee MS. 2004. Antioxidative and antimutagenic effects of Korean buckwheat, sorghum, millet and Job's tears. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 921-929.
17. Kang BS, Won HJ, Hahm YT, Kim HK, Kim BY. 2000. Effects of extruded job's-tear cereal on lipid metabolism in high fat fed rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 252-256.
18. Cho SY, Kim MJ. 1995. The effect of plantaginis semen on serum and hepatic lipid metabolism in fed high and low fat diets. *J Korean Soc Food Nutr* 24: 517-522.
19. Chung IM, Yun HS, Kim YS, Ahn JW. 1984. Aucubin potential antidote for  $\alpha$ -amanitin poisoning. *J Tox Clin Tox* 22: 77-85.
20. Carlo B, Fabio D. 1982. Assignment of correct structure to two tetra-hydrodideoxy aucubins. *J Org Chem* 47: 1343-1352.
21. Ahn IS, Park KY, Do MS. 2007. Weight control mechanisms and antiobesity functional agents. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 503-513.
22. Mead JR, Irvine SA, Ramji DP. 2002. Lipoprotein lipase: structure, function, regulation, and role in disease. *J Mol Med* 80: 753-769.
23. Ryu MH, Daily JW, Cha YS. 2005. Effect of starvation on hepatic acyl-CoA synthetase, carnitine palmitoyltransferase-I, and acetyl-CoA carboxylase mRNA levels in rats. *Nutrition* 21: 537-542.
24. Chiu KM, Schmidt MJ, Shug AL, Binkley N, Gravenstein S. 1997. Effect of dehydroepiandrosterone sulfate on carnitine acetyl transferase activity and L-carnitine levels in oophorectomized rats. *Biochim Biophys Acta* 1344: 201-209.
25. Joo CN, Kim SJ. 1994. Effect of ginseng components (ginsenosides and fat soluble fraction) on rat liver glucokinase activity. *Korean J Ginseng Sci* 18: 17-24.
26. Choe M, Kim DJ, Lee HJ, You JK, Seo DJ, Lee JH, Chung MJ. 2008. A study on the glucose-regulating enzymes and antioxidant activities of water extracts from medicinal herbs. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 542-547.
27. Oh HT, Chung MJ, Kim SH, Choi HJ, Ham SS. 2009. Masou salmon (*Oncorhynchus masou*) ethanol extract decrease 3-hydroxy-3-methylglutarylcoenzyme A reductase expression in diet-induced obese mice. *Nutr Res* 29: 123-129.
28. Quinn DM, Shirai K, Jackson RL, Harmony JK. 1982. Lipoprotein lipase-catalyzed hydrolysis of water-soluble p-nitrophenyl esters. Inhibition by apolipoprotein C-II. *Biochemistry* 21: 6872-6879.
29. Shimizu S, Inoue K, Tani Y, Yamada H. 1979. Enzymatic microdetermination of serum free fatty acids. *Anal Biochem* 98: 341-345.
30. Bergmeyer HU, Gawehn K, Grassl M. 1974. Enzymes as biochemical reagents. In *Methods of Enzymatic Analysis*. Bergmeyer HU, ed. Academic Press, New York, NY, USA. Vol I, p 438-444.
31. Eckel RH. 1989. Lipoprotein lipase: A multifunctional enzyme relevant to common metabolic diseases. *New Eng J Med* 320: 1060-1067.
32. Lee JJ, Choe MS, Chung CS, Choe B. 2003. Effect of food restriction on rat adipose tissue lipoprotein lipase activity and lipogenesis. *Kor J Exercise Nutr* 7: 135-141.
33. Cha YJ, Lee SY. 2005. Cytotoxicity and multidrug-resistance reversing activity of extracts from gamma-irradiated *Coix lachryma-jobi* L. var. ma-yuen stapf seed. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 613-618.
34. Miyazawa S, Hashimoto T, Yokota S. 1985. Identity of long-chain acyl-CoA synthetase of microsomes, mitochondria and peroxisomes in rat liver. *J Biochem* 98: 732-733.
35. McGarry JD, Foster DW. 1980. Regulation of hepatic fatty acid oxidation and ketone body production. *Annu Rev Biochem* 49: 395-420.
36. McGarry JD, Brown NF. 1997. The mitochondrial carnitine palmitoyltransferase system: from concept to molecular analysis. *Eur J Biochem* 244: 1-14.

(2009년 7월 22일 접수; 2009년 9월 16일 채택)