

## 늪은 호박, 울무, 꾸지뽕잎 혼합조성물이 고지방식이를 급여한 흰쥐의 내장지방, 배변량 및 혈청지질농도에 미치는 영향

이경원 · 성기승 · 김성수 · 이옥환\* · 이복희\*\* · †한찬규  
한국식품연구원, \*강원대학교 식품생명공학과, \*\*중앙대학교 식품공학부

### Effects of *Cucurbita moschata*, Adlay Seed, and *Cudrania tricuspidata* Leaf Mixed-powder Diet Supplements on the Visceral Fat, Fecal Amount, and Serum Lipid Levels of the Rats on a High-Fat Diet

Kyoung-Won Lee, Ki-Seung Sung, Sung-Soo Kim, Ok-Hwan Lee\*, Bog-Hieu Lee\*\* and †Chan-Kyu Han

Korea Food Research Institute, Gyeonggi 463-746, Korea

\*Dept. of Food Science and Biotechnology, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

\*\*Dept. of Food Science and Technology, Chung-Ang University, Gyeonggi 456-756, Korea

#### Abstract

This study investigated the effects of the diet with *Cucurbita moschata* (CM), adlay seed (AS), and *Cudrania tricuspidata* leaf (CTL) mixed-powder on the visceral fat, fecal amount, and serum lipid profiles in rats fed a high-fat diet (HFD). The mixed ratio of CM, AS, and CTL as a functional food ingredient was 1:1:1 on a weight basis. Male Sprague-Dawley rats were fed a high-fat diet (D12492; 45 kcal fat) for 5 weeks during the first phase. In the second phase, which lasted 5 weeks, the rats were divided into six experimental groups. The groups were: a high-fat diet group as a control during the 10 weeks of experimental period; and a high-fat diet with 5, 10, 15, 20, and 30% mixed-powder supplement group. The adipose tissue (RFP, EFP) weights were significantly decreased in the 20% and 30% mixed-powder supplement groups than in the HFD group ( $p < 0.05$ ). The fecal weight produced by the 15%, 20%, and 30% mixed-powder supplement groups was significantly increased during the second phase compared to the first phase ( $p < 0.05$ ). In terms of serum lipids, TG (triglyceride) content was decreased in the 10% and 15% mixed-powder supplement groups. The blood glucose levels were significantly decreased in all experimental diet supplement groups than in the HFD group ( $p < 0.05$ ). The findings show that the high supplement groups could improve the visceral fat accumulation, fecal amount, and blood glucose content compared to the HFD group.

Key words: *Cucurbita moschata*, adlay seed, *Cudrania tricuspidata* leaf, visceral fat, fecal amount, serum lipid, rats

#### 서론

지난 한 세대에 걸친 급속한 경제 발전으로 인해 생활수준이 크게 향상된 우리나라는 식생활에도 많은 변화를 가져오게 되었다. 특히, 서구화된 식단으로의 변화는 동물성식품의 지속적인 섭취 증가를 가져온 반면, 식이섬유 및 각종 생리활

성 물질을 함유한 천연소재 식품의 섭취는 감소함으로써 지질 및 당질대사 이상에 의한 비만, 고지혈증, 동맥경화, 심근경색 등 순환기계 질병으로 인한 사망률이 급속하게 증가하는 추세에 있다(Kritchevsky D 1976; Anderson 등 1990; Ministry of Health and Welfare 2005). 순환기계 질환의 발병원인은 지질대사이상으로 나타나게 되는데, 그중에서 고콜레스테롤혈

† Corresponding author: Chan-Kyu Han, Korea Food Research Institute, Gyeonggi 463-746, Korea. Tel: +82-31-780-9236, Fax: +82-31-780-9237, E-mail: ckhan@kfri.re.kr

증뿐만 아니라 고탄수화물 식이로 인한 당질유도성 고중성 지질혈증으로 유발된다는 보고가 있다(Park 등 1993).

늪은 호박(*Cucurbita moschata* Duch.)은 박과에 속하는 일 년생의 덩굴식물로서, 원산지는 남아메리카이며, 동양계 호박(*C. moschata* Duch.), 서양계 호박(*C. maxima* Duch.), 페루계 호박(*C. pepo* L.)으로 나누어진다(Burton & Ingold 1984). 동양계 재래종 호박인 늪은 호박은 예로부터 약리적인 효과를 기대하는 용도로 사용되어 왔다. 특히 호박의 과육부위는 fructose, glucose, sucrose의 유리당으로 구성되어 있고, 아미노산 중 serine과 aspartic acid의 함량이 높아 위장이 약한 사람이나 회복기의 환자, 부종의 완화 등의 효과로 많이 사용되었다(Lee & Hwang 1990). 최근에는 호박에 항암효과가 있는  $\beta$ -carotene의 함량이 높아 기능성 소재로서 관심을 끌고 있으며, 그 외에도 비타민 A 및 전구물질인 카로티노이드류, Ca, Na, P 등 무기질 및 섬유질을 다량 함유하고 있어 다양한 기능성을 지니고 있다(Burton & Ingold 1984; Lee & Hwang 1990).

울무(*Coix lachryma-jobi* L.)는 화본과(禾本科)에 속하는 1년 초로서, 열대, 아열대, 온대남부에서 재배된다(Lee SW 1992). 울무는 다른 곡류에 비하여 고단백, 고지방의 곡류이고, 전분의 대부분이 amylopectin으로 되어 있으며, 섬유소뿐만 아니라 Ca, Fe, Vit B<sub>1</sub>, Vit B<sub>2</sub> 등이 풍부하게 함유되어 있어 건강 식품으로 각광을 받고 있다(Jin KD 1975). 또한 혈장 콜레스테롤 및 중성지방 함량을 저하시키고, 조직과 혈장 간의 콜레스테롤 재분배를 담당하는 HDL-콜레스테롤 함량을 증가시켜 전체적인 지질대사에 관여한다(Chung 등 1988; Park & Lee 1988). 울무의 약리적인 효능으로는 자양강장제, 이뇨제, 건위제, 진통제, 소염제 및 폐결핵, 관절통 등에도 효력이 있다고 알려져 있다(Lee 등 2002).

꾸지뽕나무(*Cudrania tricuspidata*)는 뽕나무과에 속하는 낙엽성 소교목으로, 잎 부분을 한방에서는 습진, 유행성이하선염, 폐결핵, 만성 요통, 타박상, 급성관절염 등을 치료하는데 사용하고 있으며, 최근 꾸지뽕잎의 생리활성 작용으로는 항염증 작용, 항균작용 및 trypsin 효소 활성 저해능(Kim 등 1993, Otlersen 등 1977), 마우스에서의 지질 상승 및 산화 억제작용(Chang 등 1994), 간독성 억제작용(Joo & Lim 2009) 등이 보고된 바 있다. 또한 뽕잎에는  $\alpha$ -glucosidase에 대해 저해 활성을 갖는 1-deoxynojirimycin(DNJ) 및 여러 종류의 알칼로이드가 함유되어 있어, 이들 성분에 의해 혈당강하 효과가 나타나는 것으로 보고되었으며, 이에 따라 뽕잎 및 누에가루 또는 오디의 혼합물을 급여한 당뇨쥐에서 혈당강하를 비롯한 항산화작용 및 당뇨합병증의 뚜렷한 개선효과가 밝혀진 사례들이 있다(Asano 등 1994; Jang & Rhee 2004; Kwon 등 2006). 꾸지뽕의 유효 생리활성성분으로는 6,8-p-hydroxybenzyltaxifolin, 6-p-hydroxybenzyltaxifolin, 8-p-hydroxybenzyltaxifolin, kaempferol,

kaempferol 7-O- $\beta$ -D-glucopyranoside, kaempferide 7-O- $\beta$ -D-glucopyranoside, naringenin 7-O- $\beta$ -D-glucopyranoside 등이 있다(Fujimoto & Nomura 1985).

본 연구는 천연물 소재로서 항비만활성이 확인된 꾸지뽕을 비롯한 늪은 호박, 울무의 혼합조성물식이 고지방식을 급여한 흰쥐의 내장지방, 배변량, 혈청 생화학치 등에 미치는 영향을 구명하고자 수행되었다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료 및 처리

본 실험에서 사용한 늪은 호박은 서울 가락시장에서 구입하였고, 울무는 경기도 연천군에서 재배한 2009년산을 (주)연천농협에서 구입하였으며, 꾸지뽕잎은 2009년 5월 경남 산청군 대통영농조합법인으로부터 공급받아 사용하였다. 시료의 처리는 늪은 호박은 세척→절단(씨제거)→중탕→여과→동결건조→분쇄과정을 거쳤고, 울무는 삶은 후 동결건조 및 분쇄과정을 거쳤으며, 건조시킨 꾸지뽕잎은 분쇄과정을 거쳐서 분말 형태로 실험식이 제조에 이용하였다.

### 2. 실험식이

늪은 호박, 울무 및 꾸지뽕잎분말 혼합식이 흰쥐의 비만 억제에 미치는 영향을 평가하기 위해 실험식은 Table 1에 제시한 바와 같이 고지방식이(D12492, 45 kcal fat, Research Diets, Inc., New Brunswick, NJ, USA)를 기본식이(basal diet)로 하여 실험 1기는 고지방식이만 5주 동안 급여하였고, 실험 2기는 고지방식에 상기 조성분말을 중량비율로 각각 5%, 10%, 15%, 20%, 30% 혼합하여 5주간 급여하였다. 이 때 실험 대조군(control)은 실험 전기간 고지방식을 급여하였다.

### 3. 실험동물의 사육

공시동물은 3주령된 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐를 (주)한림실험동물(Hwaseong, Gyeonggi, Korea)에서 구입하였고, 실험전 1주일 동안 흰쥐용 일반고형사료(AIN-93G)로 적응기를 거친 후 난괴법으로 실험군당 10마리씩 임의 배치하여 케이지당 2마리씩 배치하여 총 10주간 사육하였다(Reeves 등 1993). 사육실 환경은 항온(23±1℃) 및 항습조건(50±5%)을 유지하였고, 조명(light/dark cycle)은 12시간(08:00~20:00)으로 일정하게 조절하였다. 실험기간 동안 식이와 식수는 자유섭취(ad libitum)하도록 하였고, 체중은 1주일에 한 번씩 일정한 시간에 실험동물용 저울(GF-2000, AND, Anyang, Korea)을 이용하여 측정하였으며, 식이섭취량은 매일 일정한 시간에 공급하고, 남은 식이를 4℃에서 냉장보관한 후 1주일에 한번 측정하였다. 식이효율(feed efficiency ratio)은 체중증가량을 동

**Table 1. Experimental design for animal study**

Group (n=10)	Initial wt (g)	Treatment	
		Phase 1 (5 wks)	Phase 2 (5 wks)
A	107±5.1	High fat diet <sup>1)</sup>	CM+AS+CTL <sup>2)</sup> (1:1:1) powder (5%)
B	105±4.5	"	CM+AS+CTL (1:1:1) powder (10%)
C	105±5.1	"	CM+AS+CTL (1:1:1) powder (15%)
D	106±5.6	"	CM+AS+CTL (1:1:1) powder (20%)
E	105±4.7	"	CM+AS+CTL (1:1:1) powder (30%)
F	105±4.6	"	High fat diet(D12492) <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> High fat diet (D12492) ingredients (% of diet) : casein (25.85), L-cystine (0.39), maltodextrin (16.15), sucrose (8.89), cellulose (6.46), soybean oil (3.23), lard (31.66), mineral mix (1.29), dicalcium phosphate (1.68), calcium carbonate (0.71), potassium citrate (2.13), vitamin mix (1.29), choline bitartrate (0.26), FD&C blue dye #1 (0.01).

<sup>2)</sup> Mixed ratio of CM (*Cucurbita moschata*), AS (adlay seed), CTL (*Cudrania tricuspidata* leaf) was 1:1:1 on a weight basis.

일기간 동안의 식이섭취량으로 나누어 계산하였고, 배변량은 실험 1기와 2기의 마지막 주에 각각 4일간 조사하였다.

#### 4. 실험동물 처리 및 시료수집

실험종료 전 흰쥐를 12시간 절식시킨 후 안와정맥총으로부터 혈액을 채취하고, 원심분리관에 넣어 1시간 정도 실온에 방치한 다음 2,500 rpm에서 10분간 원심분리시킨 후 혈청을 분리하였다. 분리된 혈청은 -70℃에서 냉동보관하면서 분석에 이용하였다. 채혈이 끝난 후 각 장기조직(간, 신장, 비장, 정소) 및 지방조직(신장주변지방패드, 정소상체지방패드, 갈색지방)을 적출하여 0.9% 생리식염수에 세척한 다음 여과지

로 물기를 제거하고 무게를 측정하였다.

#### 5. 혈청 성분분석

혈청지질, 혈당농도 및 혈구수(complete blood count, CBC) 등 혈청 생화학치는 Han 등(2009)의 연구에 준하여 분석하였고, 그 분석방법을 Table 2와 같다.

#### 6. 통계처리

본 연구에서 얻어진 결과는 SPSS(statistical package for social sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software package(version 17.0)를 이용하여 통계분석하였으며, 분석결과는 mean±SD로 나타내었다. 각 처리군의 측정치에 대해 one-way ANOVA(analysis of variance)분석 후 Duncan's multiple range test를 이용하여  $p < 0.05$  수준에서 유의성 검정을 실시하였으며, 실험 1기와 2기의 배변량 변화는 Student *t*-test로 검정하였다.

### 결과 및 고찰

#### 1. 체중, 식이섭취량 및 식이효율

실험1기(5주)동안 고지방식이를 급여했을 때 체중, 증체량, 식이섭취량 및 식이효율은 Table 3과 같다. 실험 개시 시 체중은 평균 105.0±5.11 g이었고, 종료 시 체중은 평균 418.3±11.70 g이었다. 일당증체량은 평균 8.95±0.33 g, 식이섭취량은 평균 19.37±0.26 g, 식이효율은 평균 0.48±0.01이었다. 한편, 고지방식이를 5주 동안 급여한 흰쥐에게 5주(실험2기) 동안 높은 호박, 울무, 꾸지뽕의 혼합조성물첨가식이를 급여했을 때 체중, 증체량, 식이섭취량 및 식이효율에 미치는 영향은 Table 4와 같다. 실험2기의 개시체중은 398.7~433.3 g이었고, 종료시 체중은 545.9~595.7 g이었으며, 혼합조성물 5% 첨가

**Table 2. Analytical methods of blood chemicals**

Item	Method	Analyzer
TC <sup>1)</sup>	Enzymatic method	ADVIA 1650 (Bayer, Shiga, Japan)
HDL-C <sup>2)</sup>	Enzymatic method	ADVIA 1650
LDL-C <sup>3)</sup>	EIA <sup>4)</sup>	ADVIA 1650
TG <sup>5)</sup>	Lipase, GK <sup>6)</sup> , GPO <sup>7)</sup> colorimetry	ADVIA 1650
Glucose	Enzymatic method	ADVIA 1650
RBC <sup>8)</sup>	Electronic impedance	SYSMEX XE 2100 D (Sysmex, Kobe, Japan)
WBC <sup>9)</sup>	Flow cytometry	SYSMEX XE 2100 D
Hematocrit	Electronic impedance	SYSMEX XE 2100 D
Hemoglobin	Cyanide free hemoglobin spectrophotometry	SYSMEX XE 2100 D
Platelet	Electronic impedance	SYSMEX XE 2100 D

<sup>1)</sup> TC: total cholesterol. <sup>2)</sup> HDL-C: high-density lipoprotein cholesterol. <sup>3)</sup> LDL-C: low-density lipoprotein cholesterol. <sup>4)</sup> EIA: enzyme immunoassay.

<sup>5)</sup> TG: triglyceride. <sup>6)</sup> GK: glycerokinase. <sup>7)</sup> GPO: L- $\alpha$ -glycerol phosphate oxidase. <sup>8)</sup> RBC: red blood cell. <sup>9)</sup> WBC: white blood cell.

**Table 3. Effect of a high-fat diet feeding (1st phase) on weight gain, diet intake and feed efficiency ratio in rats**

Group <sup>1)</sup>	Initial wt. (g)	Final wt. (g)	Weight gain (g/day)	Diet intake (g/day)	FER
A	107.0±5.11	423.9±28.4	9.05±2.20	19.51±3.06	0.49±0.18
B	104.8±4.49	414.5±30.6	8.85±1.99	19.13±2.94	0.48±0.18
C	104.9±5.06	398.7±46.5	8.39±2.53	19.14±3.14	0.46±0.20
D	106.3±5.62	416.5±21.6	8.93±2.24	19.35±3.06	0.48±0.18
E	105.0±4.74	423.1±31.0	9.09±2.42	19.77±3.10	0.49±0.20
F	105.1±4.56	433.3±30.9	9.38±1.68	19.56±3.00	0.49±0.16
Mean±S.D.	105.0±5.11	418.3±11.7	8.95±0.33	19.37±0.26	0.48±0.01

Values are mean±S.D. (n=10).

**Table 4. Effect of diets with *Cucurbita moschata*, adlay seed and *Cudrania tricuspidata* leaves mixed-powder supplement feeding (2nd phase) on weight gain, diet intake and FER in rats fed a high-fat diet**

Group <sup>1)</sup>	Initial wt. (g)	Final wt. (g)	Weight gain (g/day)	Diet intake (g/day)	FER
A	423.9±28.39 <sup>ab</sup>	580.6±55.24 <sup>ab</sup>	4.48±1.72 <sup>ns</sup>	22.69±1.74 <sup>ns</sup>	0.20±0.08 <sup>ns</sup>
B	414.5±30.63 <sup>ab</sup>	549.6±44.59 <sup>ab</sup>	3.86±1.61	21.47±1.66	0.18±0.08
C	398.7±46.49 <sup>b</sup>	545.9±44.88 <sup>b</sup>	4.21±1.90	22.60±1.85	0.19±0.09
D	416.5±21.64 <sup>ab</sup>	556.3±35.24 <sup>ab</sup>	3.99±1.76	23.16±1.64	0.17±0.08
E	423.1±30.99 <sup>ab</sup>	551.2±46.57 <sup>ab</sup>	3.66±1.71	23.60±2.01	0.16±0.07
F	433.3±30.88 <sup>a</sup>	595.7±56.74 <sup>a</sup>	4.64±1.64	22.52±1.16	0.20±0.08

Values are mean±S.D. (n=10).

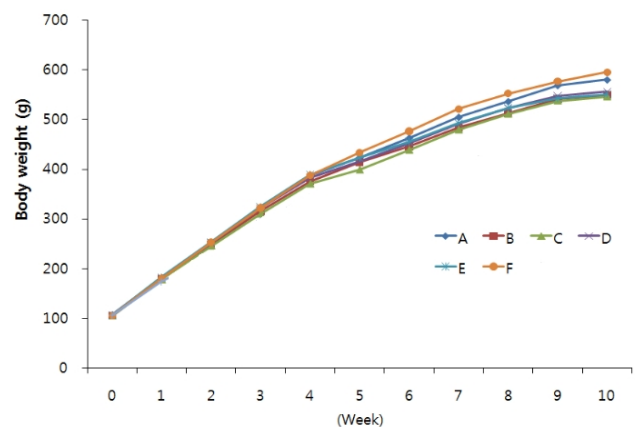
Values within a column with different superscript letters are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

<sup>ns</sup> not significant. <sup>1)</sup> Mixed ratio of *Cucurbita moschata*, adlay seed and *Cudrania tricuspidata* leaf was 1:1:1.

A (5%), B (10%), C (15%), D (20%), E (30%), F (high fat diet)

군(A)을 제외한 10%, 20%, 30% 첨가군(B, D, E)에서는 비슷한 수준이었다. 일당증체량은 3.66~4.64 g으로 유의차가 없이 F 군이 가장 높았고, E군이 가장 낮았다. 본 실험에서는 B군을 제외하고 혼합조성물의 첨가 수준이 높을수록 일당증체량이 감소 경향을 나타내었다. 식이섭취량은 21.47~23.60 g으로 유의한 차이가 없었고, 혼합조성물의 첨가 수준이 높을수록 다소 증가한 반면, 식이효율(FER)은 0.16~0.20으로 혼합조성물의 첨가 수준이 높을수록 다소 감소하였다. Kim 등(2000)은 고지방방식을 섭취한 흰쥐에게 울무겨침가식이 체중 증가량을 감소시켜 식이효율을 낮추는 것으로 보고하였고, Han 등(2009)은 고지방식이와 함께 뽕잎오디쌀식을 4주간 급여하였을 때 대조군에 비해 증체량이 다소 감소한 것으로 보고하였다. 본 연구에서 늪은 호박, 울무, 꾸지뽕의 혼합조성물을 첨가 수준이 높을수록 식이섭취량이 증가하였음에도 고지방대조군에 비해 혼합조성물첨가군에서 비록 유의적이지는 않으나, 체중 증가를 억제시키는 효과가 있는 것으로 나타났다.

Fig. 1과 2에는 각각 고지방식이급여(5주)와 늪은 호박, 울



**Fig. 1. Effect of diets with *Cucurbita moschata*, adlay seed and *Cudrania tricuspidata* leaves mixed-powder supplement on body weight in rats fed a high-fat diet during the experimental period.** Mixed ratio of *Cucurbita moschata*, adlay seed & *Cudrania tricuspidata* leaf was 1:1:1. A (5%), B (10%), C (15%), D (20%), E (30%), F (high fat diet)

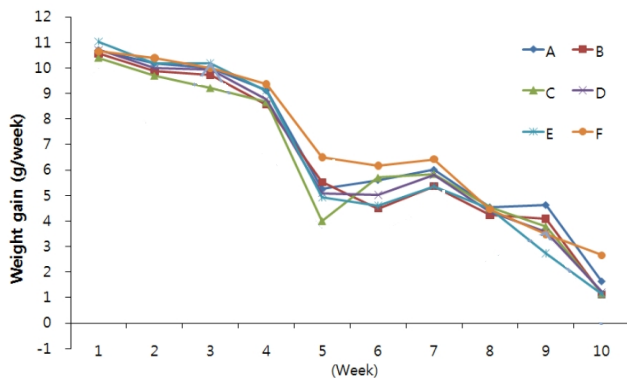


Fig. 2. Effect of diets with *Cucurbita moschata*, adlay seed and *Cudrania* leaves mixed-powder supplement on daily weight gain in rats fed a high-fat diet during the experimental period. Mixed ratio of *Cucurbita moschata*, adlay seed & *Cudrania tricuspidata* leaf was 1:1:1. A (5%), B (10%), C (15%), D (20%), E (30%), F (high fat diet).

무, 꾸지뽕의 혼합조성물첨가식이급여(5주)하는 동안 체중과 증체량 변화를 나타내었다.

## 2. 장기무게

고지방식을 급여한 흰쥐에게 늙은 호박, 울무, 꾸지뽕의 혼합조성물첨가식이 장기무게에 미치는 영향은 Table 5와 같다. 간장무게는 2.60~2.48 g 범위로 혼합조성물 5% 첨가군(A)과 30% 첨가군(E)이 가장 높거나 낮았고, 혼합조성물의 첨가 수준이 높을수록 간무게가 감소하였고, 고지방식이대조

Table 5. Effect of diets with *Cucurbita moschata*, adlay seed and *Cudrania tricuspidata* leaves mixed-powder supplement on organ weight in rats fed a high-fat diet

Group <sup>1)</sup>	Organ weight(g/100 g bw)			
	Liver	Kidney	Spleen	Testes
A	2.60±0.20 <sup>ns</sup>	0.28±0.06 <sup>ns</sup>	0.16±0.02 <sup>ab</sup>	0.28±0.03 <sup>ns</sup>
B	2.59±0.21	0.30±0.03	0.18±0.02 <sup>b</sup>	0.31±0.02
C	2.57±0.15	0.30±0.03	0.16±0.02 <sup>ab</sup>	0.31±0.03
D	2.53±0.23	0.32±0.03	0.17±0.02 <sup>ab</sup>	0.30±0.05
E	2.48±0.15	0.30±0.04	0.15±0.02 <sup>a</sup>	0.30±0.03
F	2.58±0.15	0.30±0.02	0.15±0.02 <sup>a</sup>	0.30±0.04

Values are mean±S.D. (n=10).

Values within a column with different superscript letters are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

<sup>ns</sup> not significant.

<sup>1)</sup> Mixed ratio of *Cucurbita moschata*, adlay seed and *Cudrania tricuspidata* leaf was 1:1:1.

A (5%), B (10%), C (15%), D (20%), E (30%), F (high fat diet).

군(F)은 2.58 g으로 나타났다. 신장무게는 0.28~0.32 g으로 실험군 간에 차이가 없었고, 비장무게는 10% 첨가군(B)이 0.18 g으로 가장 높았고, 30% 첨가군(E)과 고지방대조군(F)이 동일하게 0.15 g으로 가장 낮아 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p<0.05$ ). 정소무게는 0.28~0.31 g으로 실험군 간에 유의 차이가 없었다.

## 3. 내장지방

고지방식을 급여한 흰쥐에게 늙은 호박, 울무, 꾸지뽕의 혼합조성물첨가식이 내장지방무게에 미치는 영향은 Table 6과 같다. 신장주변지방패드(RFP) 무게는 고지방식이대조군(F)과 혼합조성물 5% 첨가군(A)이 각각 2.13, 2.12 g으로 비슷하였고, 혼합조성물 10%, 15%, 20% 첨가군(B, C, D)은 1.91~1.79 g으로 차이가 없었고, 30% 첨가군(E)이 1.70 g으로 통계적으로 유의하게 낮았다( $p<0.05$ ). 정소상체지방패드(EPF)무게는 F군이 1.37 g, A군이 1.33 g으로 비슷하였고, 혼합조성물 10%, 15%, 30% 첨가군(B, C, E)은 1.22~1.15 g으로 차이가 없었으며, 20% 첨가군(D)이 1.12 g으로 유의하게 낮았다( $p<0.05$ ). 갈색지방조직(BAT)은 차이가 없었다. 일반적으로 비만이 건강상 위험한 이유는 체중의 증가보다 내장지방의 증가에 기인한다는 것은 잘 알려져 있다(Han 등 2009). 내장지방 중 백색지방은 주로 체내 잉여 에너지를 지방으로 저장하며 피하와 장기주변에 분포하는 반면, 갈색지방은 열 생산 기능을 하고 목주위에 발달되어 있다(Avram 등 2005). 본 연구에서 백

Table 6. Effect of diets with *Cucurbita moschata*, adlay seed and *Cudrania tricuspidata* leaves mixed-powder supplement on visceral fat weight in rats fed a high-fat diet

Group <sup>1)</sup>	Visceral fat (g/100 g bw)		
	RFP <sup>2)</sup>	EPF <sup>3)</sup>	BAT <sup>4)</sup>
A	2.12±0.40 <sup>c</sup>	1.33±0.19 <sup>ab</sup>	0.04±0.01 <sup>ns</sup>
B	1.91±0.40 <sup>ab</sup>	1.22±0.28 <sup>ab</sup>	0.04±0.00
C	1.99±0.37 <sup>ab</sup>	1.21±0.27 <sup>ab</sup>	0.04±0.01
D	1.79±0.60 <sup>ab</sup>	1.12±0.20 <sup>b</sup>	0.04±0.01
E	1.70±0.34 <sup>b</sup>	1.15±0.26 <sup>ab</sup>	0.04±0.01
F	2.13±0.43 <sup>c</sup>	1.37±0.30 <sup>c</sup>	0.04±0.01

Values are mean±S.D. (n=10).

Values within a column with different superscript letters are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

<sup>ns</sup> not significant.

<sup>1)</sup> Mixed ratio of *Cucurbita moschata*, adlay seed and *Cudrania tricuspidata* leaf was 1:1:1.

A (5%), B (10%), C (15%), D (20%), E (30%), F (high fat diet).

<sup>2)</sup> RFP: perirenal fat pad. <sup>3)</sup> EPF: epididymal fat pad.

<sup>4)</sup> BAT: brown adipose tissue.

색지방(RFP, EFP) 무게는 고지방대조군보다 혼합조성물의 첨가 수준이 높을수록 유의적으로 감소한 것으로 나타났다. 뽕나무 및 꾸지뽕나무 잎으로부터 추출한 수용성 추출물이 콜레스테롤 섭취 흰쥐의 체지방량을 감소시켰다는 Cha 등(2000)의 보고로 볼 때 본 연구의 혼합조성물식이 체지방 억제효과가 있는 것으로 사료되었다.

#### 4. 배변량과 장관길이

고지방식을 급여한 흰쥐에게 늪은 호박, 울무, 꾸지뽕의 혼합조성물첨가식이 배변량과 장관길이에 미치는 영향은

**Table 7. Effect of diets with *Cucurbita moschata*, adlay seed and *Cudrania tricuspidata* leaves mixed-powder supplement on fecal amount and intestinal length in rats fed a high-fat diet**

Group <sup>1)</sup>	Fecal amount (g/2 h/day)		Intestinal length (cm/100 g bw)	
	Phase 1	Phase 2	Small	Large
A	8.04±0.36 <sup>A</sup>	7.04±0.65 <sup>Abc</sup>	19.69±1.86 <sup>ab</sup>	3.98±0.44 <sup>ab</sup>
B	5.85±0.13 <sup>A</sup>	6.45±0.64 <sup>Abc</sup>	20.25±1.38 <sup>ab</sup>	3.77±0.38 <sup>ab</sup>
C	7.11±0.50 <sup>A</sup>	8.27±0.62 <sup>Bb</sup>	20.71±1.80 <sup>ab</sup>	4.01±0.44 <sup>ab</sup>
D	6.81±0.43 <sup>A</sup>	8.96±0.37 <sup>Bb</sup>	20.04±2.05 <sup>ab</sup>	4.17±0.38 <sup>b</sup>
E	5.98±0.44 <sup>A</sup>	9.14±0.33 <sup>Bb</sup>	18.99±2.79 <sup>a</sup>	3.91±0.55 <sup>ab</sup>
F	6.71±0.30 <sup>A</sup>	6.17±0.13 <sup>Ac</sup>	18.55±1.94 <sup>a</sup>	3.70±0.44 <sup>a</sup>

Values are mean±S.D. (n=10).

Values within a column with different superscript letters are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

<sup>ns</sup> not significant

<sup>1)</sup> Mixed ratio of *Cucurbita moschata*, adlay seed and *Cudrania tricuspidata* leaf was 1:1:1.

A (5%), B (10%), C (15%), D (20%), E (30%), F (high fat diet).

Table 7과 같다. 고지방식을 급여한 실험 1기 동안 마지막 주에 조사한 평균 배변량은 5.85~8.04 g 범위로 다소간 차이가 있었다. 혼합조성물 첨가식을 급여한 실험2기 배변량은 6.17~9.14 g으로 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p<0.05$ ). 즉, 실험 전기간 동안 고지방식이대조군(F)은 실험1기(6.71 g)와 실험2기(6.17 g)의 배변량은 차이가 없었다. 혼합조성물의 경우, 첨가 수준이 높을수록(C군, D군, E군) F군보다 배변량이 통계적으로 유의하게 증가하였고, 실험1기보다 실험2기의 배변량이 유의하게 증가하였다( $p<0.05$ ). 꾸지뽕잎에는 식이섬유소가 풍부하게 함유되어 있는데, McDougall 등(1996)은 불용성 식이섬유소가 배변량을 증가시키고 장 통과시간을 단축시키는 작용을 한다고 보고한 바 있다. 따라서 꾸지뽕잎 섭취 시 이러한 식이섬유의 영향을 받아 배변량을 증가시키는 효능이 나타난 것으로 판단되며, 또한 울무와의 혼합섭취 시 배변효과가 더욱 증진되는 것으로 사료되었다. 한편, 소장 길이는 실험군 간에 유의한 차이가 없이 혼합조성물의 경우 30% 첨가군(E)을 제외한 10%, 15% 및 20% 첨가군은 고지방식이대조군(F)보다 8.0~11.6% 더 길었고, 대장의 길이는 F군과 D군 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p<0.05$ ).

#### 5. 혈청지질과 혈당농도

고지방식을 급여한 흰쥐에게 늪은 호박, 울무, 꾸지뽕의 혼합조성물첨가식이 혈청지질과 혈당에 미치는 영향은 Table 8과 같다. 혈중 총 콜레스테롤(TC) 농도는 유의적인 차이가 없이 고지방대조군(F), 혼합조성물 5%(A) 및 20% 첨가군(D)이 66.20~69.30 mg/dl로 높았고, 혼합조성물 10%(B), 15%(C) 및 30% 첨가군(E)이 59.10~62.00 mg/dl로 낮았다. 고밀도지단백(HDL)-콜레스테롤 농도는 유의적인 차이가 없이 A군과 F군이 각각 14.30, 14.40 mg/dl로 높았고, 혼합조성물의

**Table 8. Effect of diets with *Cucurbita moschata*, adlay seed and *Cudrania tricuspidata* leaves mixed-powder supplement on serum lipids and blood glucose content in rats fed a high-fat diet** (Unit: mg/dl)

Group <sup>1)</sup>	TC	HDL	LDL	TG	Glucose
A	69.30± 8.83 <sup>ns</sup>	14.30±1.95 <sup>ns</sup>	7.50±1.65 <sup>b</sup>	85.20±21.30 <sup>ns</sup>	83.60±12.72 <sup>a</sup>
B	61.50±12.10	12.30±3.13	6.50±1.08 <sup>ab</sup>	76.70±26.80	85.00±11.12 <sup>a</sup>
C	62.00± 8.59	13.50±2.17	5.80±1.03 <sup>a</sup>	77.90±19.20	89.50± 8.48 <sup>a</sup>
D	67.00± 9.71	12.67±2.50	7.44±1.42 <sup>b</sup>	88.00±19.52	87.89±11.57 <sup>a</sup>
E	59.10±12.56	11.90±1.60	6.60±1.71 <sup>ab</sup>	85.10±25.65	88.20± 5.63 <sup>a</sup>
F	66.20± 9.68	14.40±2.46	5.70±1.16 <sup>a</sup>	94.50±21.26	100.8±12.40 <sup>b</sup>

Values are mean±S.D. (n=10).

Values within a column with different superscript letters are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

<sup>ns</sup> not significant. <sup>1)</sup> Mixed ratio of *Cucurbita moschata*, adlay seed and *Cudrania tricuspidata* leaf was 1:1:1.

A (5%), B (10%), C (15%), D (20%), E (30%), F (high fat diet).

TC: total-cholesterol, HDL: high-density lipoprotein cholesterol, LDL: low-density lipoprotein cholesterol, TG: triglyceride.

첨가 수준이 높을수록 감소하였다. 저밀도지단백(LDL)-콜레스테롤 농도는 혼합조성물 중 15% 첨가군(C)이 5.80 mg/dl로 5%(A)와 20% 첨가군(D)의 7.50, 7.44 mg/dl보다 유의하게 낮았다( $p<0.05$ ). 중성지방(TG, triglyceride) 농도는 혼합조성물 10%(B)와 15% 첨가군(C)이 각각 76.70, 77.90 mg/dl로 낮았고, 고지방대조군(F)을 포함한 다른 혼합조성물첨가군이 높았다. 혈당농도는 혼합조성물첨가식이군(83.60~89.50 mg/dl)이 F군(100.8 mg/dl)보다 통계적으로 유의하게 낮았다( $p<0.05$ ). 비만의 경우, 지방 및 당대사 이상으로 인한 이상지혈증이 흔히 동반되는데, 식이성 비만유도쥐에서 혈중 TG와 TC 농도가 증가하고, HDL-콜레스테롤 농도는 감소하였다(Lee 등 2006; Jang & Choi 2003). Lim SC(2006)은 울무추출액이 비만 유도 흰쥐의 TC, LDL-콜레스테롤, TG 및 혈당농도가 대조군보다 감소되었고, Lee 등(2006)은 울무 약침요법으로 고지방 식이를 급여한 흰쥐의 혈중지질 및 혈당농도의 감소효과를 보고하였다. Cha 등(2000)은 꾸지뽕잎 추출물이 콜레스테롤 섭취 흰쥐의 TG 함량을 감소시켰으며, Oh 등(1999)과 Kim 등(1998)의 연구에서도 뽕잎의 혈중지질 감소효과를 보고한 바 있다. 본 연구에서는 혼합조성물 15% 첨가군의 경우, 대조군에 비해 혈청지질 농도가 낮았고, 특히 TG농도는 약 18% 감소시켰으며, 혈당치는 통계적으로 유의하게 낮았다( $p<0.05$ ). 이런 결과는 울무의 혈당강하성분인 coixans A, B, C(Oh 등 1999) 등과 뽕잎의 deoxynojirimycin(DNJ) 성분(Chung 등 1996) 등의 혈당강하작용으로 판단된다. 본 연구결과를 종합적으로 검토할 때 늙은 호박, 울무, 꾸지뽕의 혼합조성물식은 혈청지질 감소뿐만 아니라, 혈당강하작용에 일정한 효과가 있을 것으로 사료되었다.

## 6. 혈구세포수(CBC)

고지방식이를 급여한 흰쥐에게 늙은 호박, 울무, 꾸지뽕의 혼합조성물첨가식이 혈구세포수(CBC)에 미치는 영향은 Table 9와 같이 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p<0.05$ ). 적혈구수(RBC)는 혼합조성물 30% 첨가군(E)이 고지방식이에 대조군(F)을 포함한 다른 혼합조성물첨가군보다 통계적으로 유의하게 높았다( $p<0.05$ ). 백혈구수(WBC)는 F군이 통계적으로 가장 낮았고, 혼합조성물 중 A군(5%), C군(15%) 및 E군(30%)이 통계적으로 유의하게 높았다( $p<0.05$ ). 헤마토크릿(Hct)치와 혈색소(Hb) 함량은 혼합조성물 중 E군(30%)이 C군(15%)과 D군(20%)보다 통계적으로 유의하게 높았다( $p<0.05$ ). 혈소판(Platelet) 수는 고지방대조군보다 혼합조성물첨가군이 통계적으로 높았다( $p<0.05$ ). Lee 등(2008)은 고지방식이를 비만을 유도한 흰쥐에게 홍삼 및 천연물혼합소재를 투여시 RBC 및 WBC 수는 대조군과 차이가 없었지만, Hb 농도는 실험군에서 유의적으로 증가하여 시료 투여로 인한 조혈기능의 증가를 보고한 바 있다. 본 연구결과 혼합조성물 30% 첨가군은 다른 첨가군에 비해 혈구수 증가에 영향을 미친 것으로 사료되었다.

## 요 약

고지방식이(D12492)를 5주 동안 흰쥐에게 급여한 다음 고지방식이에 늙은 호박(*Cucurbita moschata*), 울무(adlay seed), 꾸지뽕(*Cudrania tricuspidata*) 분말조성물(1:1:1) 첨가식을 5주 동안 급여한 결과는 다음과 같다. 실험기간동안 증체량은 혼합조성물 10% 첨가군(B)을 제외하고, 혼합조성물의 첨가 수준이 높을수록 감소 경향을 나타내었다. 식이섭취량은 차이가 없이 혼합조성물의 첨가 수준이 높을수록 다소 증가한 반면, 식이효율은 혼합조성물의 첨가 수준이 높을수록 다소

**Table 9. Effect of diets with *Cucurbita moschata*, adlay seed and *Cudrania tricuspidata* leaves mixed-powder supplement on serum lipids and blood glucose content in rats fed a high-fat diet**

Group <sup>1)</sup>	RBC ( $10^6/\mu\text{l}$ )	WBC ( $10^3/\mu\text{l}$ )	HCT (%)	Hb (g/dl)	Platelet ( $10^3/\mu\text{l}$ )
A	8.57±0.29 <sup>a</sup>	10.79±1.48 <sup>c</sup>	48.53±0.98 <sup>ab</sup>	15.74±0.32 <sup>ab</sup>	1,241.3±199.9 <sup>b</sup>
B	8.48±0.41 <sup>a</sup>	9.99±1.92 <sup>bc</sup>	46.79±2.54 <sup>a</sup>	15.66±1.02 <sup>ab</sup>	1,251.1±175.2 <sup>b</sup>
C	8.47±0.29 <sup>a</sup>	10.87±1.56 <sup>c</sup>	47.11±1.31 <sup>a</sup>	15.52±0.29 <sup>a</sup>	1,210.4±143.2 <sup>b</sup>
D	8.24±0.32 <sup>a</sup>	9.47±2.36 <sup>abc</sup>	46.92±2.06 <sup>a</sup>	15.36±0.60 <sup>a</sup>	1,129.6±108.4 <sup>b</sup>
E	8.92±0.33 <sup>b</sup>	11.06±2.04 <sup>c</sup>	49.91±1.59 <sup>b</sup>	16.16±0.45 <sup>b</sup>	1,193.2±158.1 <sup>b</sup>
F	8.48±0.38 <sup>a</sup>	8.29±1.58 <sup>ab</sup>	48.00±1.39 <sup>ab</sup>	15.93±0.48 <sup>ab</sup>	967.4±101.6 <sup>a</sup>

Values are mean±S.D. (n=10).

Values within a column with different superscript letters are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

<sup>ns</sup> not significant. <sup>1)</sup> Mixed ratio of *Cucurbita moschata*, adlay seed and *Cudrania tricuspidata* leaf was 1:1:1.

A (5%), B (10%), C (15%), D (20%), E (30%), F (high fat diet), G (commercial rat chow).

RBC: red blood cell, WBC: white blood cell, HCT: hematocrit, Hb: hemoglobin.

감소하였다. 내장지방 중 신장주변지방패드(RFP) 무게는 고지방식이대조군(F)보다 혼합조성물 30% 첨가군(E)이 통계적으로 낮았고, 정소상체지방패드(EPF) 무게는 F군보다 혼합조성물 20% 첨가군(D)이 유의하게 낮았다( $p<0.05$ ). 배변량의 경우, 실험 전기간(10주) 고지방식이대조군(F)은 실험1기와 실험2기의 배변량이 차이가 없었고, 혼합조성물의 경우 첨가 수준이 높을수록 F군보다 통계적으로 유의하게 증가하였다( $p<0.05$ ). 소장길이는 실험군 간에 유의한 차이가 없이 혼합조성물 10%, 15% 및 20% 첨가군(B, C, D)이 F군보다 다소 긴 것으로 나타났고, 대장길이는 F군과 20% 첨가군(D) 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p<0.05$ ). 혈청지질중 TC, HDL- 및 LDL-콜레스테롤 농도는 유의적인 차이가 없었고, TG 농도는 혼합조성물 10%(B)와 15% 첨가군(C)이 낮았고, F군과 다른 첨가군은 높았다. 혈당농도는 혼합조성물첨가군이 F군보다 통계적으로 유의하게 낮았다( $p<0.05$ ). 혈구세포(CBC)중 RBC와 WBC는 혼합조성물 30% 첨가군(E)이 F군보다 통계적으로 높았고, Hct와 Hb 함량은 E군이 F군보다 높았으며, 혈소판(Platelet) 수는 혼합조성물첨가군(A~E)이 F군보다 통계적으로 유의하게 높았다( $p<0.05$ ).

이상에서 고지방식을 급여한 흰쥐에게 늪은 호박, 울무, 꾸지뽕잎 분말조성물첨가식을 급여했을 때 체지방량 저하, 배변량 증가, 혈청중 TG 감소 및 혈당치의 유의한 감소작용이 있는 것으로 나타나서, 앞으로 이들 혼합조성물의 적절한 처방으로 체지방 억제, 배변활성 및 지질개선을 위한 소재화 기술개발이 필요한 것으로 판단된다.

## 참고문헌

- Anderson JW, Deakins DA, Floore TL, Smith BM, Whitis SE. 1990. Dietary fiber and coronary heart disease. *Crit Rev Food Sci Nutr* 29:95-147
- Asano N, Oseki K, Tomioka E, Kizu H, Matsui K. 1994. N-containing sugars from *Morus alba* and their glycosidase inhibitory activities. *Carbohydr Res* 259: 243-255
- Avram AS, Avram MM, James WD. 2005. Subcutaneous fat in normal and diseased status: 2. Anatomy and physiology of white and brown adipose tissue. *J Am Acad Dermatol* 53: 671-683
- Burton GW, Ingold GW. 1984. An unusual type of lipid antioxidant. *Science* 224:56-63
- Cha JY, Kim HJ, Jun BS, Cho YS. 2000. Effect of water-extracted of leaves from *Morus alba* and *Cudrania tricuspidata* on the lipid concentrations of serum and liver in rats. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 43:303-308
- Chang CH, Lin CC, Hattori M, Namba T. 1994. Effects of anti-lipid peroxidation of *Cudrania cochinchinensis* var. *gerontogea*. *J Ethnopharmacol* 44:179-185
- Chung BS, Suzuki H, Hayakawa S, Kim JH, Nishizaawa Y. 1988. Studied on the plasma cholesterol-lowing component in coix. *J Japan Food Technol* 35:618-623
- Chung SH, Yu JH, Kim EJ, Ryu KS. 1996. Blood glucose lowering effect of silkworm. *Bull K H Pharma Sci* 24: 95-100
- Fujimoto T, Nomura T. 1985. Compnents of root bark of *Cudrania tricuspidata* 3. Isolation and structure studies on the flavonoids. *Planta Medica* 51:190-196
- Han CK, Kim SS, Choi SY, Park JH, Lee BH. 2009. Effects of rice added with mulberry leaves and fruit on blood glucose, body fat and serum lipid levels in rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38:1336-1341
- Jang JY, Choi HY. 2003. Effects of *Artemisia iwayomogi* oligosaccharide on the blood lipids, abdominal adipose tissues and leptin levels in the obese rats. *Korean J Nutr* 36:437-445
- Jang MJ, Rhee SJ. 2004. Hypoglycemic effects of pills made of mulberry leaves and silkworm powder in streptozotocin-induced diabetic rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 1611-1617
- Jin KD. 1975. Studies on coix ma-yuen roman. *J Kor Pharm Sci* 5:307-311
- Joo HY, Lim KT. 2009. Protective effect of glycoprotein isolated from *Cudrania tricuspidata* on liver in CCl<sub>4</sub>-treated A/J mice. *Korean J Food Sci Technol* 41:93-99
- Kim HK, Cho DW, Hahm YT. 2000. The effects of coix bran on lipid metabolism and glucose challenge in hyperlipidemic and diabetic rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29:140-146
- Kim SH, Kim NJ, Choi JS, Park JC. 1993. Determination of flavonoid by HPLC and biological activities from the leaves of *Cudrania tricuspidata* Bureau. *J Korean Soc Food Nutr* 22:68-72
- Kim SY, Lee WC, Kim HB, Kim AJ, Kim SK. 1998. Antihyperlipidemic effects of methanol extracts from mulberry leaves in cholesterol induced hyperlipidemia in rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27:1217-1222
- Kritchevsky D. 1976. Diet and atherosclerosis. *Am J Pathol* 84: 615-632
- Kwon EH, Jung MA, Rhee SJ, Choi SW, Cho SH. 2006. Antioxidant effects of improvement of lipid metabolism of mulberry fruit, mulberry leaves and silkworm powder with



- different mixing ratios in streptozotocin-induced diabetic rats. *Korean J Nutr* 39:91-99
- Lee JE, Suh MH, Lee HG, Yang CB. 2002. Characteristics of Job's tear gruel by various mixing ratio, particle size and soaking time of Job's tear and rice flour. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 18:193-199
- Lee JM, Lee SH, Lee JH, Lee E. 2006. Effects of *Coix lachryma-jobi* var. *mayuen* Stapf. pharmacopuncture on plasma lipid composition and glucose in rat fed high fat diet. *Kor J Acupuncture* 23:59-66
- Lee JS, Lee MK, Ha TY, Bok SH, Park HM, Jeong KS, Woo MN, Do GM, Yeo JY, Choi MS. 2006. Supplementation of whole persimmon leaf improves lipid profiles and suppresses body weight gain in rats fed high-fat diet. *Food Chem Toxicol* 44:1875-1883
- Lee KS, Hwang CS. 1990. A study on the actual utilization korean traditional remedies-About foods used on geriatric disease. *Korean J Dietary Culture* 5:331-347
- Lee S, So S, Hwang E, Koo B, Han G, Ko S, Kim N. 2008. Effect of ginseng and herbal plant mixtures on anti-obesity in obese SD rat induced by high fat diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37:437-444
- Lee SW. 1992. Research on Ancient Korea Dietary Life History in the East Asia. Hyangmoonsa, Seoul, Korea. p 122
- Lim SC. 2006. Effects of yullmoo (*Coix lachryma-jobi* var. *mayuen* Stapf.) ext. on lipid lowering and serum glucose in hyperlipidemic rat. *Korean J Plant Res* 19:126-129
- McDougall GJ, Morrison IM, Hillman JR. 1996. Plant cell walls dietary fibre: range, structure, processing and function. *J Sci Food Agric* 70:133-150
- Ministry of Health and Welfare. 2005. Year Book of Health and Welfare Statistics. Korea. pp 51-77
- Oh UJ, Kim GP, Cho YW, Chung SH, Gu SJ. 1999. Effect of beverage containing extract from mulberry leaves on serum glucose and lipid levels in *db/db* mouse. Annual Meeting of Korean Soc Food Sci Technol, Seoul, Korea. p 430
- Otlersen T, Vance B, Doorenbos NJ, Chang BL, El-Feraly FS. 1977. The crystal structure of cudranone, 2,6,3'-trihydroxy-4-methoxy-2'-(3-methoxy-2-buternyl)-I, a new a-ntimicrobial agent from *Cudrania cochinchinensis*. *Acta Chem Scand* 31: 434-436
- Park IC, Young HS, Choi JS. 1992. Constituents of *Cudrania tricuspidata* in Korea. *Yakhak Hoeji* 36:40-45
- Park YH, Lee JS, Lee YJ. 1993. Distribution of serum lipid by age and the relation of serum lipid to degree of obesity and blood pressure in Korean adults. *Kor J Lipidology* 3: 165-180
- Park YJ, Lee YS. 1988. Effect of coix on plasma cholesterol and lipid metabolism in rats. *Korean J Nutr* 21:88-98
- Reeves PG, Nielsen FH, Fahey GC. 1993. AIN-93 purified diets for laboratory rodent: final report of the American Institute Nutrition ad hoc writing committee in the reformulation of the AIN-76A rodent diets. *J Nutr* 123:1939-1951

---

접 수 : 2012년 11월 7일  
 최종수정 : 2012년 12월 5일  
 채 택 : 2012년 12월 7일