

## 돌단풍 에탄올 추출물이 고지방식이를 급여한 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향

박유화<sup>1†</sup> · 김희연<sup>1</sup> · 임상현<sup>1</sup> · 김경희<sup>1</sup> · 박동식<sup>2</sup> · 이정훈<sup>3</sup> · 박충근<sup>3</sup> · 박충범<sup>3</sup> · 김성문<sup>4</sup>

<sup>1</sup>강원도 농업기술원, <sup>2</sup>국립농업과학원  
<sup>3</sup>국립원예특작과학원 인삼특작부, <sup>4</sup>강원대학교 바이오자원환경학과

### Effect of *Aceriphyllum rossii* Ethanol Extract on Lipid Metabolism in Rats Fed a High-Fat Diet

Yu Hwa Park<sup>1†</sup>, Hee Yeon Kim<sup>1</sup>, Sang Hyun Lim<sup>1</sup>, Kyung Hee Kim<sup>1</sup>, Dong Sik Park<sup>2</sup>,  
Jung Hoon Lee<sup>3</sup>, Chung-Geon Park<sup>3</sup>, Chung Berm Park<sup>3</sup>, and Songmun Kim<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Agriproduct Processing Experiment Station Gangwon-do Agricultural Research  
and Experiment Services, Gangwon 200-822, Korea

<sup>2</sup>National Academy of Agricultural Science, Gyeonggi 441-853, Korea

<sup>3</sup>Dept. of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Chungbuk 369-873, Korea

<sup>4</sup>Dept. of Biological Environment, Kangwon National University, Gangwon 200-701, Korea

#### Abstract

In this study, we investigated the anti-obesity activity of *Aceriphyllum rossii* ethanol extract on rat fed a high fat diet. Male SD rats were divided into four groups. Group 1 was the control. Group 2 was fed a high-fat diet. Group 3 was the positive control, fed a high-fat diet supplemented with *Garcinia Cambogia* extracts. Group 4 was fed a high fat diet supplemented with ethanol extracts of *Aceriphyllum rossii* (EEAR). Precisely 166 mg/kg of powdered *Garcinia Cambogia* extracts was used for Group 3. Also, 250 mg/kg of EEAR was used for Group 4. The Body weight increased Group 2, but decreased Group 4. The serum total cholesterol in Group 2 increased by 15.26% when compared to Group 1, but only increased 5.29% in Group 3 and 4.29% in Group 4. The liver and mesenteric adipose tissue weights of Group 2 increased compared to Group 1, whereas they decreased in Group 3 and Group 4. As a result of measuring the concentration of triglycerides in extracted livers, Group 2 showed a significant increase compared to the Group 1, and Groups 3 and 4 showed significant decrease compared Group 2. These results suggest that *Aceriphyllum rossii* ethanol extracts may be useful as an anti-obesity agent.

**Key words:** *Aceriphyllum rossii*, anti-obesity effect, high-fat diet

#### 서 론

비만은 1980년 이후 전 세계적으로 약 75%가 증가하였으며(1,2), 미국의 경우 인구의 33% 및 26%가 각각 과체중 및 비만으로 보고되고 있고(2), 우리나라에서도 비만인구가 꾸준히 증가하고 있다. 2007년 국민건강영양조사 결과 비만 인구가 1998년 26.3%에서 2005년 31.7%로 급증하고 있다(3).

비만은 에너지의 섭취와 소비가 불균형을 이루어 초래되는 것으로, 여분의 에너지는 지방세포의 형태로 전환되어 체내에 저장되어진다. 축적된 지방세포에서 분비되는 유리 지방산과 사이토카인 등은 인슐린 저항성을 유발하고, 염증 반응을 증가시켜 대사증후군, 당뇨병, 심장혈관질환 그리고 암 등의 만성질환 발병의 직접적인 원인이 되고 있다(4,5).

이러한 비만을 치료하기 위해서는 운동이나 식이를 통한

생활습관의 개선, 약물요법, 수술을 통한 치료법이 소개되고 있으며, 이 중 항비만 약품의 개발은 미국에서 100여종 이상의 치료약이 판매되고 있거나 개발 중에 있으며, 시장 규모가 점점 커질 것으로 전망되고 있다(2). 현재 가장 활발히 사용되는 비만치료제로는 Sibutramine(Reductil<sup>®</sup>)과 Orlistat(Xenical<sup>®</sup>)를 들 수 있는데, 이 두 치료약은 보편적으로 처방이 되고 있지만 Sibutramine은 혈압을 높이는 부작용이, Orlistat는 소화기장애, 지방변, 배변 실금, 지용성 비타민 흡수 방해 등의 부작용이 보고되고 있다(6-10). 이러한 부작용으로 식물에 함유된 일부 영양소, 식이섬유, 식물성 화합물 등 체지방의 축적을 억제하는 작용을 하는 천연소재의 항비만 건강기능식품에 대한 관심이 증가하고 있다(2). 현재 천연물을 활용한 항비만 건강기능식품으로 사용 중인 기능성 물질로 식욕조절에 작용하는 hydroxycitric acid(HCA),

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail: pyh0524@hotmail.com  
Phone: 82-33-248-6534, Fax: 82-33-248-6555

olibra, 대사변형에 작용하는 chitosan, flavonoids, 적응성 열 발생을 유도하는 물질로 capsaicin, 녹차와 카테킨, 지질대사를 조절하는 물질로 L-carnitine, conjugated linoleic acid (CLA), 우유칼슘 관련 단백질 등이 있다(2).

돌단풍(*Aceriphyllum rossii*)은 장미목 범의귀과(Saxifragaceae)에 속하는 다년생 초본식물로(11), 돌단풍 잎의 모양이 단풍잎과 비슷하고 바위틈에서 자란다고 하여 돌단풍이라고 부른다. 초봄에 연한 잎은 나물로 식용하고, 화단에서 관상용으로 가꾸거나 재배를 하기도 한다(12). 돌단풍의 성분 연구로는 수종의 pentacyclic triterpenoids(13) 및 flavonoids(14) 화합물들이 보고되어 있으며, triterpenoid의 항보체활성(15)과 돌단풍 지상부로부터 분리된 triterpenes의 세포독성(16), 항암활성(11), 돌단풍의 항치매활성(17), 항비만 활성으로 돌단풍 지하부 메탄을 추출물의 간, 지방조직, 골격근 등에서의 중성지방 생합성 과정을 촉매 하는 효소인 GPAT(glycerol-3-phosphate acyltransferase)와 DGAT(diacylglycerol acyltransferase)의 저해효과와 저해물질인 3-oxoolean-12-en-27-oic acid를 분리·동정하여 보고하였다(18).

본 연구진은 비만 예방효과가 우수하고, 부작용이 없는 천연소재를 개발하기 위하여 고지방 사료 급여로 비만을 유도한 흰쥐로부터 돌단풍 에탄올 추출물이 지질대사 개선 및 항비만 효과에 미치는 영향을 알아보았다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

본 실험에 사용한 시료는 2009년 5월 돌단풍의 지상부를 강원도 양구 대암산에서 수집하여 동결건조(PVTFD10R, ILSHIN, Daejeon, Korea)하여 마쇄 후 사용하였다. 돌단풍 동결건조 분말 시료 1 kg을 2 L shaking flask에 넣은 후, 에탄올 1 L를 첨가하여 상온에서 200 rpm의 진탕기(EUROSTAR digital, IKA, Staufen, Germany)에서 12시간 동안 2회 추출하였다. 추출물을 여과지(No. 2, Whatman, Maidstone, England)가 깔려있는 Buchner funnel을 통과시켜 잔재물을 제거한 후 rotary vacuum evaporator(N-21NS, EYELA, Tokyo, Japan)로 50°C에서 감압농축 시킨 후 동결건조기를 이용하여 건조한 후 -20°C의 냉동고에서 보관하면서 동물실험용 시료로 사용하였다. 돌단풍 지상부를 에탄올로 추출한 수율은 21.95±1.3%이었다.

### 실험동물 및 사육 환경

실험동물은 Sprague Dawley(SD)계 4주령 웅성 흰쥐 40마리를 (주)오리엔트바이오(Seongnam, Korea)에서 구입하여 1주일간 rat용 일반사료(5L79 PMI Inc., St. Louis, MO, USA)로 적응시킨 후 실험에 사용하였다. 실험기간 동안 실험동물은 50±5%, 온도 24±2°C 유지되는 동물실험실에서 사육하였으며, 물과 사료는 자유로이 섭취할 수 있도록 공급하였다. 본 동물실험은 강원도 농업기술원 동물실험윤리위원회의 승인을 거쳐 진행하였다.

### 실험군 분리 및 식이

1주일간 실험실에서 적응된 실험동물을 난괴법(randomized block design)에 따라 각 처리군당 10마리씩 총 4군으로 나누어 실험에 사용하였고, 군 분리, 투여물질, 투여물질의 용량은 Table 1과 같다. 동물실험에 사용된 식이는 미국영양학회(American Institute of Nutrition, AIN, USA)가 추천하는 AIN-93G 사료를 구입하여 사용하였다(19). 정상식은 탄수화물: 지방: 단백질의 비율을 열량 기준으로 63:16:20으로 구성하였고, 고지방 식이는 34:45:20으로 구성하였다. 고지방 식이는 돈지를 공급하여 지방함량이 총열량의 45%가 되도록 하였다. 군 분리 후 정상군에는 AIN 93G 사료를 섭취시켰고, 대조군과 시험물질 투여군, 양성대조군(가르시니아 투여군, 중외제약)에는 고지방 식이를 시험 개시일부터 시험 종료시점인 6주간 자유 급여 방법으로 공급하였으며, 시험물질 투여군과 양성대조군은 8주 동안 시험 물질을 Table 1의 용량으로 경구 투여하였다. 정상식이와 고지방식의 조성은 Table 2와 같다.

### 체중 및 식이섭취량의 변화

체중, 음수섭취량 및 사료섭취량은 시험 개시일과 개시 후 매주 1회 간격으로 측정하였다.

### 혈액 채취 및 혈액생화학적 검사

혈액 채취는 시험 물질 투여 3주 후에 ether 흡입 마취 후 안와 정맥에서 1.2~1.5 mL을 채취하였으며, 시험 종료일에는 Zoletil: Rumpun(4:1)으로 마취(복강주사 50 µL/100 g body weight) 후 복대정맥에서 2 mL 채혈하여 3,000 rpm에서 10분간 원심분리 하였다. 그 다음 상등액을 취하여 혈청을 분리하였다. 분리한 혈청 중 total cholesterol, triglyceride, HDL(high density lipoprotein-cholesterol), LDL(low density lipoprotein)-cholesterol를 자동혈청분석기(BT1000, Bio-technical Instrument, Rome, Italy)를 이용하여 분석하였다.

Table 1. Classification of experimental group and dose administration

Experimental group	Diet	Treatment chemical	mg/kg body weight
Normal	AIN-93G	—	—
Control	HFD <sup>1)</sup>	—	—
Treatment	HFD	<i>Aceriphyllum rossii</i>	250
Positive control	HFD	Garcinia Cambogia extracts	166

<sup>1)</sup>HFD: high fat diets.

Table 2. Composition of the experimental diet

	HFD		Regular diet	
	g%	kcal%	g%	kcal%
Protein	23	20	20	20
Carbohydrate	40	34	63	63
Fat	24	45	7	16
Ingredient				
Casein	200	800	200	800
Sucrose	172.8	691.2	100	400
Dextrose	100	400	132	528
Corn starch	72.8	291.2	397.5	1,590
Cellulose	50	0	50	0
Soybean oil	25	225	70	630
Lard	177.5	1,597.5	0	0
Mineral mixture <sup>1)</sup>	45	0	35	0
Vitamin mixture <sup>2)</sup>	10	40	10	40
L-Cystine	3	12	3	12
Choline bitartrate	2	0	2.5	0
Total	858.1	4,056.9	1,000	3,902

<sup>1)</sup>AIN-93G mineral mix., ICN biochemical, USA.

<sup>2)</sup>AIN-93G vitamin mix., ICN biochemical, USA.

### 장기증량 및 지방조직 무게 측정

시험 종료일 복대정맥 채혈 후 방혈을 실시하였으며 간 증량, 부고환 지질 증량, 복강 내의 지방세포 조직의 증량을 측정하기 위해 적출하였으며 흡수지에 체액 및 혈액을 제거 후 각각의 증량을 측정하였다.

### 간 지질 분석

간 조직 내의 지질 함량 분석을 위하여 Folch와 Less(20)의 방법을 응용하여 1g의 간 조직을 3 mL의 생리식염수에 담고 homogenizer를 이용하여 균질화 시킨 후 3 mL CM solution(chloroform-methanol(3:1, v/v))을 첨가 후 균질화 하였다. 균질화 된 용액을 37°C shaking incubator에서 30분간 방치한 후 3000 rpm에서 10분간 원심분리 하여 chloroform 층을 수거하고, 다시 3 mL CM solution을 첨가하여 균질화 하고 chloroform을 수거하는 작업을 2회 반복하였다. 최종적으로 chloroform 층은 감압건조 과정을 거쳐 효소법을 이용한 kit(TG-kit AM157S-K, total cholesterol AM202-K, Asan pharm, Seoul, Korea)을 사용하여 총 콜레스테롤 함량, 중성지방 함량을 측정하였다.

### 통계처리

실험 결과는 평균값과 표준편차로 나타내었으며, 통계처리는 SPSS(statistical package for social sciences, version 12.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 one-way ANOVA 분석을 실시한 후 Duncan's multiple range test로 유의성을 p<0.05 수준에서 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 체중증가량, 식이섭취량, 식이효율

고지방식이와 돌단풍 에탄올 추출물 분말을 8주간 동시

Table 3. Changes in body weight gain, food intake and food efficiency ratio of rat fed a high fat diet containing ethanol extract from the leaf of *Aceriphyllum rossii* for 8 weeks

Experimental group	Body weight gain (g/day)	Food intake (g/day)	FER <sup>1)</sup>
Normal	2.25±0.41 <sup>2)a3)</sup>	23.71±3.75	0.09±0.02 <sup>a</sup>
Control	3.31±0.59 <sup>b</sup>	26.05±2.68	0.13±0.03 <sup>b</sup>
Treatment	2.99±0.68 <sup>ab</sup>	25.46±2.02	0.12±0.03 <sup>ab</sup>
Positive control <sup>4)</sup>	2.76±0.59 <sup>ab</sup>	24.97±2.37	0.11±0.02 <sup>ab</sup>

<sup>1)</sup>FER: weight gain (g/day)/ food intake (g/day).

<sup>2)</sup>Values are mean±SD.

<sup>3)</sup>Values with different superscripts within a column indicate significant difference (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

<sup>4)</sup>Positive control: Garcinia cambogia.

급여를 실시한 이후 각 실험군의 체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율을 비교한 결과는 Table 3과 같다. 시험 종료 시 체중증가량이 가장 증가한 군은 고지방식이만을 투여한 대조군으로 정상군 대비 32.02% 유의적으로(p<0.05) 증가하여 고지방식이로 인하여 비만이 유도된 것을 알 수 있었다. 돌단풍 에탄올 추출물 투여군의 체중증가량은 대조군과 비교 시 9.68% 유의적으로 감소하였고, 양성대조군인 가르시니아 투여군과 유의적으로 같은 수준이었다. 식이섭취량은 정상군에 비하여 전체적으로 증가하는 경향을 보였으나 유의적인 차이는 보이지 않아 돌단풍 에탄올 추출물이 식이섭취량에는 영향을 미치지 않았음을 알 수 있었다. 식이효율은 에너지 밀도가 높은 고지방 식이 대조군이 에너지 밀도가 낮은 정상군에 비하여 유의적으로 증가하였고, 돌단풍 에탄올 추출물 투여군과 양성대조군은 유의적으로 같은 수준이었으며 고지방 식이 대조군에 비하여 유의적으로 감소하였다. Lee 등(21)은 모시잎 추출물이 고지방-고콜레스테롤 식이 흰쥐의 지질 대사 개선 및 항비만 효과에 관한 연구에서 식이효율이 고지방 대조군에 비하여 모시잎 추출물 첨가군에서 유의적으로 낮아졌다고 보고하여 본 실험과 유사한 결과를 나타냄을 알 수 있었다. 따라서 본 연구 결과 고지방 식이로 비만이 유도된 흰쥐에서 돌단풍 에탄올 추출물 첨가로 인하여 체중증가량과 식이효율이 감소됨을 알 수 있었고, 이는 돌단풍 에탄올 추출물이 식이섭취 억제 효과는 없지만 지방대사에 긍정적으로 작용하여 항비만 효과를 나타냄을 알 수 있었다.

### 혈액생화학적 검사

비만에서는 지방대사와 당대사의 비정상적 흐름으로 인한 다양한 이상지혈증이 흔히 동반되고, 비만을 식이로 유도한 흰쥐의 경우 중성지방과 콜레스테롤이 증가한다고 보고되고 있다(22-24). 고지방식이와 돌단풍 에탄올 추출물 분말을 8주간 동시 급여를 실시한 이후 각 실험군의 혈액을 채취하여 총콜레스테롤, 중성지방, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤을 측정하였다(Table 4). 혈청 중 총콜레스테롤 함량은 고지방 식이만을 투여한 대조군이 정상군 대비 15.26%

Table 4. Contents of total cholesterol, triglyceride, LDL-cholesterol and HDL-cholesterol in serum of rats fed a high fat diet containing ethanol extract from the leaf of *Aceriphyllum rossii* powder for 8 weeks

Experimental group	Serum lipid profiles (mg/dL)			
	CHO	TG	HDL	LDL
Normal	64.40±7.83 <sup>1)a2)</sup>	70.75±8.26 <sup>a</sup>	63.87±6.40	34.26±4.50 <sup>b</sup>
Control	76.00±6.03 <sup>b</sup>	108.50±14.41 <sup>b</sup>	69.83±16.89	45.60±5.26 <sup>c</sup>
Treatment	67.29±9.34 <sup>ab</sup>	98.71±25.41 <sup>b</sup>	66.56±7.78	23.00±6.71 <sup>a</sup>
Positive control <sup>3)</sup>	68.00±6.55 <sup>ab</sup>	101.50±16.06 <sup>b</sup>	73.00±11.67	22.99±4.65 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Values are mean±SD.

<sup>2)</sup>Values with different superscripts within a column indicate significant difference ( $p<0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

<sup>3)</sup>Positive control: *Garcinia cambogia*.

유의적으로 증가하였고, 돌단풍 에탄올 추출물 투여군과 양성 대조군인 가르시니아 투여군은 고지방 식이만을 투여한 대조군 대비 각각 11.46, 10.53% 유의적으로 감소하였다. 혈청 중 중성지방 함량은 고지방 식이만을 투여한 대조군이 정상군 대비 34.79% 유의적으로 증가하였다. 돌단풍 에탄올 추출물 투여군과 양성 대조군인 가르시니아 투여군은 고지방 식이만을 투여한 대조군 대비 각각 9.02, 6.45% 감소하였으나 유의차는 없었다. HDL-콜레스테롤 함량은 정상군 대비 모든 군에서 다소 증가하였으나 통계적 유의차는 없었다. LDL-cholesterol은 동맥벽과 말초조직에 콜레스테롤을 운반 및 축적시킴으로써 고콜레스테롤 혈증과 동맥경화를 촉진한다고 알려져 있다(25). LDL-콜레스테롤 함량은 고지방식이 대조군이 정상군 대비 24.87% 유의적으로 증가하였다. 돌단풍 에탄올 추출물 투여군과 양성 대조군인 가르시니아 투여군은 고지방 식이만을 투여한 대조군 대비 약 50%의 감소 효과를 나타내었다. 돌단풍 에탄올 추출물은 LDL-cholesterol을 감소시켜 혈관질환 합병증 개선에 도움을 줄 것으로 기대된다.

본 연구 결과 고지방 식이로 인하여 혈청 중 콜레스테롤 함량과 중성지방의 함량이 정상군 대비 유의적으로 증가함을 볼 수 있었고, 돌단풍 에탄올 추출물 처리로 인하여 콜레스테롤 함량과 중성지방이 감소 효과가 있음을 알 수 있었다. 혈장 내 높은 수준의 콜레스테롤과 중성지방 농도로 인하여 고지혈증이 유발된다는 보고가 있다(26). 이는 돌단풍 추출물이 지질 대사를 개선시킬 뿐만 아니라 고지혈증과 심혈관계 질환 등에 효과적으로 작용될 수 있음을 의미한다. 향후 항비만 효과를 나타내는 돌단풍의 생리활성물질에 대한 분리 및 효소 활성 검증을 통해 추가적인 지질대사에 관한 연구가 요구된다.

#### 장기중량 및 복부지방의 중량 변화

실험 종료 후 간, 복강 내 지방 조직, 부고환 지방 조직의 무게를 조사한 결과는 Table 5와 같다. 체중 당 간 중량의 경우 고지방식이만을 투여한 대조군에서 정상군 대비 7.41% 유의적으로 증가하였고, 돌단풍 에탄올 추출물 투여군과 양성 대조군은 각각 14.00, 18.52%로 유의적으로 감소하였고, 오히려 정상군보다도 더 간 중량이 감소하였다. 고지방 식이는 간 내 지방의 축적을 유도하여 중량을 증가시킨다는

Table 5. Changes in liver and adipose tissue weights of rats fed a high fat diet containing ethanol extract from the leaf of *Aceriphyllum rossii* powder for 8 weeks

Experimental group	Liver (g)	Mesenteric Epididymal adipose tissue (g)	
		adipose tissue (g)	adipose tissue (g)
Normal	2.25±0.43 <sup>1)ab2)</sup>	4.10±0.83 <sup>ab</sup>	2.25±0.60
Control	2.43±0.21 <sup>b</sup>	4.60±0.50 <sup>b</sup>	2.63±0.36
Treatment	2.09±0.21 <sup>a</sup>	3.71±0.58 <sup>a</sup>	2.21±0.44
Positive control <sup>3)</sup>	1.98±0.26 <sup>a</sup>	4.16±0.98 <sup>ab</sup>	2.73±0.95

<sup>1)</sup>Values are mean±SD.

<sup>2)</sup>Values with different superscripts within a column indicate significant difference ( $p<0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

<sup>3)</sup>Positive control: *Garcinia cambogia*.

Sollof 등(27)의 보고와 일치함을 알 수 있었다. 일반적으로 비만에 있어서 체중의 증가보다는 체지방의 증가가 건강에 보다 위대한 요소로 작용한다는 것이 잘 알려져 있다(28). 돌단풍 에탄올 추출물이 복부지방에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위해 복부지방의 균간 차이를 본 결과, 고지방식이만을 투여한 대조군의 경우 정상군에 비하여 10.87% 유의적으로 증가하여 고지방식에 의한 복부지방조직의 형성이 촉진됨을 알 수 있었다. 돌단풍 에탄올 추출물 투여군은 대조군 대비 19.35% 유의적으로 감소시킴을 알 수 있었다. 돌단풍 추출물 투여에 의해서 복부 지방 축적에 저해 효과가 있음을 확인하였다. 부고환지방조직의 무게는 돌단풍 에탄올 추출물 투여군이 대조군 대비 다소 감소하는 경향을 보였으나 통계적 유의차는 없었다. 따라서 본 연구 결과 돌단풍 추출물 투여가 고지방식이 투여군에 비하여 간과 복부지방의 중량을 감소시켰으며, 이는 돌단풍 추출물이 간에서의 중성지질 등의 축적을 저해하고 복부비만을 개선하는데 효과적으로 작용할 수 있음을 의미한다.

#### 간 조직 내 중성지방, 총 콜레스테롤

실험 종료 후 간 조직 내 중성 지방, 총 콜레스테롤 함량을 측정하였다. 우선 중성지방의 경우 고지방 식이만을 투여한 대조군에서 정상군 대비 21.39% 유의적으로 증가함을 알 수 있었다. 또한 돌단풍 에탄올 추출물 처리군과 양성대조군에서는 고지방식이만을 투여한 대조군 대비 각각 12.83, 10.52% 유의적으로 감소하였다. Kim 등(29)은 고지방식이

Table 6. Contents of triglyceride and total cholesterol in liver of rat fed a high fat diet containing ethanol extract from the leaf of *Aceriphyllum rossii* powder for 8 weeks (mg/g)

Experimental group	Triglyceride	Total cholesterol
Normal	4.41 ± 1.42 <sup>1)a2)</sup>	5.53 ± 0.59
Control	5.61 ± 0.66 <sup>b</sup>	7.08 ± 2.31
Treatment	4.89 ± 0.70 <sup>ab</sup>	6.14 ± 2.06
Positive control <sup>3)</sup>	5.02 ± 1.05 <sup>ab</sup>	6.60 ± 1.62

<sup>1)</sup>Values are mean ± SD.

<sup>2)</sup>Values with different superscripts within a column indicate significant difference (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

<sup>3)</sup>Positive control: *Garcinia cambogia*.

와 고콜레스테롤 식이를 급여한 흰쥐에서 혈청 내 중성지방과 콜레스테롤 함량이 증가할 경우 간 조직 내에서 중성지방과 콜레스테롤 함량이 증가한다고 보고하였는데 이번 실험결과와 유사함을 알 수 있었다. 총 콜레스테롤은 고지방식이 대조군이 정상군과 비교하여 다소 증가하였으나 유의차는 없었으며, 돌단풍 에탄올 추출물 처리군과 양성대조군 역시 고지방식이만을 투여한 대조군에 비하여 다소 감소하였으나 통계적 유의차는 없었다. Yoon과 Park(30)의 연구에서 간의 중성지방과 총콜레스테롤 함량은 정상군에 비하여 고지방식이만을 투여한 대조군에서 증가한 반면 인지질 함량은 감소하여 고지혈증 및 지방간이 유발되었다고 하였으며, 황금 추출물 투여로 인해 간의 중성지방과 총콜레스테롤의 함량이 억제되었다고 보고하였으며 이는 이번 실험결과와 유사한 경향을 보였다. 본 실험 결과 고지방 식이를 급여한 흰쥐에서 돌단풍 에탄올 추출물이 중성지방 및 총콜레스테롤을 감소시켰다. 이는 돌단풍 추출물이 간 내에 중성지방 축적을 저해하고, 콜레스테롤 함량도 감소시켜 비만 억제 효과 및 고지혈증 개선에도 효과적이라는 것을 의미한다. 향후 돌단풍 에탄올 추출물로부터 항비만 활성 물질을 분리, 정제를 위한 추가적인 연구와 더불어 지질대사에 관한 효소 활성 검정 및 유전적인 검사를 실시한다면 기능성식품 원료 및 의약품의 소재로서 돌단풍이 널리 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

## 요 약

본 연구의 목적은 돌단풍 에탄올 추출물의 지질대사 개선 및 항비만 효과에 대해 구명하고자 4주령 된 흰쥐 40마리를 고지방 사료 급여로 비만을 유도한 후 정상군, 고지방식이 대조군, 돌단풍 에탄올 추출물 처리군, 양성 대조군(가르시니아)으로 나누어 8주간 실시하였다. 고지방 식이로 인하여 체중이 유의적으로 증가하였고, 돌단풍 에탄올 추출물은 고지방식이만을 투여한 대조군과 비교 시 9.68% 유의적으로 감소하였으며, 양성대조군인 가르시니아 투여군과 유의적으로 같은 수준이었다. 돌단풍 에탄올 추출물이 식이섭취량에는 영향을 미치지 않았으며, 식이효율은 고지방식이만을 투여한 대조군이 정상군에 비하여 유의적으로 증가하였고,

돌단풍 에탄올 추출물 투여군과 양성대조군은 유의적으로 같은 수준이었으며 고지방식이만을 투여한 대조군에 비하여 유의적으로 감소하였다. 혈청 중 총콜레스테롤 함량은 고지방 식이만을 투여한 대조군이 정상군 대비 15.26% 유의적으로 증가하였고, 돌단풍 에탄올 추출물 투여군과 양성대조군인 가르시니아 투여군은 고지방 식이만을 투여한 대조군 대비 각각 11.46, 10.53% 유의적으로 감소하였다. 혈청 중 중성지방 함량은 고지방 식이만을 투여한 대조군이 정상군 대비 34.79% 유의적으로 증가하였다. 돌단풍 에탄올 추출물 투여군과 양성대조군인 가르시니아 투여군은 고지방 식이만을 투여한 대조군 대비 각각 9.02, 6.45% 감소하였으나 유의차는 없었다. 간과 복강 내 지방 조직의 무게는 돌단풍 에탄올 추출물 급여로 유의하게 감소하였으나, 부고환 지방 조직의 무게는 유의차가 없었다. 간 조직 내 중성지방의 경우 고지방 식이만을 투여한 대조군에서 정상군 대비 21.39% 유의적으로 증가함을 알 수 있었다. 또한 돌단풍 에탄올 추출물 처리군과 양성대조군에서는 고지방식이만을 투여한 대조군 대비 각각 12.83, 10.52% 유의적으로 감소하였다. 위의 실험 결과 돌단풍 에탄올 추출물은 체중, 간, 복강 내 지방조직의 감소와 지질대사 개선에 효과적으로 작용하였으며, 향후 돌단풍은 비만 예방 및 치료에 효과적인 소재로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 논문은 농촌진흥청에서 시행한 15대 어젠다 농업연구개발사업(과제번호, 200901AFT143782462)의 지원에 의한 연구결과의 일부로 이에 감사드립니다.

## 문 헌

1. Flegal KM, Carroll MD, Kuczmarski RJ, Johnson CL. 1998. Overweight and obesity in the United States: prevalence and trends, 1960-1994. *Int J Obes Relat Metab Disord* 22: 39-47.
2. Ahn IS, Park KY, Do MS. 2007. Weight control mechanisms and antiobesity functional agents. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 503-513.
3. Jeon SM, Choi MS. 2010. Comparison of the effects of cyclodextrin-naringin inclusion complex with naringin on lipid metabolism in mice fed a high-fat diet. *J East Asian Soc Dietary Life* 20: 20-29.
4. Bray GA. 2004. Medical consequences of obesity. *J Clin Endocrinol Metab* 89: 2583-2589.
5. Park JY, Kim JY, Lee SP, Lee JH. 2010. The effect of green coffee bean extract supplementation on body fat reduction in overweight/obese women. *Korean J Nutr* 43: 374-381.
6. Rolls BJ, Shide DJ, Thorwart ML, Ulbert JS. 1988. Sibutramine reduces food intake in nondieting women with obesity. *Obes Res* 6: 1-11.
7. Hansen DL, Toubro S, Stock MJ, Macdonald IA, Astrup A. 1988. Thermogenic effects of sibutramine in humans. *Am J Clin Nutr* 68: 1180-1186.

8. Ransac S, Gargouri Y, Moreau H, Verger R. 1991. Inactivation of pancreatic and gastric lipases by tetrahydrolistatin and alkyl-dithio-5-(2-nitrobenzoic acid). A kinetic study with 1,2-didecanoyl-sn-glycerol monolayers. *Eur J Biochem* 202: 395-400.
9. Apfelbaum M, Vague P, Ziegler O, Hanotin C, Thomas F, Leutenegger E. 1999. Long-term maintenance of weight loss after a very low calorie diet: efficacy and tolerability of sibutramine. *Am J Med* 106: 179-184.
10. Yum KS. 2001. Orlistat (Xenical<sup>R</sup>). *Korean J Obesity* 10: 25-36.
11. Ahn EM, Han JT, Kwon BM, Kim SH, Baek NI. 2008. Anti-cancer activity of flavonoids from *Aceriphyllum rossii*. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 51: 309-315.
12. Lee WC. 1996. *Aceriphyllum rossii*. In *Standard Illustration of Korean Plants*. 1st ed. Academy Press, Seoul, Korea. p 147-156.
13. Han JT, Kim HY, Park YD, Lee YH, Lee KR, Kwon BM, Baek NI. 2002. Aceriphylic acid A, a new ACAT inhibitory triterpenoid from *Aceriphyllum rossii*. *Planta Med* 68: 558-561.
14. Han JT, Bang MH, Chun OK, Kim DO, Lee CY, Baek NI. 2004. Flavonol glycosides from the aerial parts of *Aceriphyllum rossii* and their antioxidant activities. *Arch Pharm Res* 27: 390-395.
15. Min BS, Lee IS, Chang MJ, Yoo JK, Na MK, Hung TM, Thoung PT, Lee JP, Kim JH, Kim JC, Woo MH, Choi JS, Lee HK, Bae KH. 2008. Anticomplementary activity of triterpenoids from the whole plant of *Aceriphyllum rossii* against the classical pathway. *Planta Med* 74: 726-729.
16. Lee IS, Yoo JK, Na MK, Min BS, Lee JP, Yun BS, Jin WY, Bae KH. 2007. Cytotoxicity of triterpenes isolate from *Aceriphyllum rossii*. *Chem Pharm Bull* 55: 1376-1378.
17. Lee CH, Lee JH, Heo CS. 2007.  $\beta$ -site amyloid precursor protein cleaving enzyme inhibitory activity of *Aceriphyllum rossii*. *Korea Patent* 10-2007-0022745.
18. Lee HS, Lee CH, Kim YK, No MC, Park HL, Seo JH, Choi L, Yoo MY. 2008. Metabolic pharmaceutical composition comprising *Aceriphyllum rossii* extract and active compound isolated from them. *Korea Patent* 10-2008-0002433.
19. Reeves PG, Nielson FH, Fahey Jr GC. 1993. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the re-formulation of the AIN-76A rodent diet. *J Nutr* 123: 1939-1951.
20. Folch J, Less M. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J Biol Chem* 226: 497-509.
21. Lee JJ, Park MR, Kim AR, Lee MY. 2011. Effects of ramie leaves on improvement of lipid metabolism and anti-obesity effect in rats fed a high fat/high cholesterol diet. *Korean J Food Sci Technol* 43: 83-90.
22. Lee JS, Lee MK, Ha YT, Bok SH, Park HM, Jeong KS, Woo MN, Do GM, Yeo JY, Choi MS. 2006. Supplementation of whole persimmon leaf improves lipid profiles and suppressed body weight gain in rats fed high-fat diet. *Food Chem Toxicol* 44: 1875-1883.
23. Hang JY, Choi HJ. 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.
24. Park PJ, Kim CW, Cho SY, Rha CS, Seo DB, Lee SJ. 2010. Aqueous spray-dried green tea extract regulates body weight and epididymal fat accumulation in mice. *Korean J Food Sci Technol* 42: 103-108.
25. Smith EB. 1974. The relationship between plasma and tissue lipid in human atherosclerosis. *Adv Lipid Res* 11: 1-7.
26. De Leo ME, Landriscina M, Palazzotti B, Borrello S, Galeotti T. 1997. Iron modulation of LPS-induced manganese superoxide dismutase gene expression in rat tissues. *FEBS Lett* 403: 131-135.
27. Sollof LA, Futenberg HL, Lacko AG. 1973. Serum cholesterol esterification in patients with coronary artery disease. *Am Heart J* 85: 153-161.
28. Park PJ, Kim CW, Cho SY, Rha CS, Seo DB, Lee SJ. 2010. Aqueous spray-dried green tea extract regulates body weight and epididymal fat accumulation in mice. *Korean J Food Sci Technol* 42: 103-108.
29. Kim AR, Lee JJ, Lee YM, Jung HO, Lee MY. 2010. Cholesterol-lowering and anti-obesity effects of *Polymnia sonchifolia* Poepp. & Endl. powder in rats fed a high fat-high cholesterol diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 210-218.
30. Yoon HJ, Park YS. 2010. Effects of *Scutellaria baicalensis* water extract on lipid metabolism and antioxidant defense system in rats fed high fat diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 219-226.

(2011년 8월 19일 접수; 2011년 9월 9일 채택)