

## 뽕나무(*Morus alba*)와 꾸지뽕나무(*Cudrania tricuspidata*) 잎의 수용성 추출물이 흰쥐 혈청 및 간장 지질농도에 미치는 영향

차재영 · 김현정 · 전방실 · 조영수\*

동아대학교 생명자원과학부 생물공학전공

**초 록** : 뽕나무(*Morus alba*) 및 꾸지뽕나무(*Cudrania tricuspidata*) 잎의 수용성 추출물을 콜레스테롤 첨가 식이에 각각 1% 수준으로 첨가하여 SD계 흰쥐에 14일간 섭취시킨 후 혈청 및 간장 지질 농도에 미치는 영향을 검토하였다. 혈청 중성지질 농도는 대조군에 비해 꾸지뽕잎 추출물군에서는 유의적으로 감소하였고, 뽕잎 추출물군에서는 감소경향을 보였다. 간장 콜레스테롤 농도는 대조군에 비해 뽕잎 추출물군에서 유의적으로 감소하였으나, 꾸지뽕잎 추출물군에서는 유의적인 차이가 없었다. 혈청 인지질 농도는 대조군에 비해 뽕잎 추출물군에서는 증가경향을, 꾸지뽕잎 추출물군에서는 감소경향을 나타내었다. 체중 증가량, 식이 섭취량, 식이 효율, 혈청 총 콜레스테롤 및 HDL-콜레스테롤 농도, 간장 중성지질 및 인지질 농도는 실험 군간에 유의적인 차이가 없었다. 간장, 뇌 및 체지방 중량은 뽕잎 추출물군에서는 증가하였으며, 꾸지뽕잎 추출물군에서는 감소하였고, 신장, 심장 및 비장 무게는 각군간에 유의적인 차이는 없었다. 이상의 결과에서 뽕나무 및 꾸지뽕나무 잎으로부터 추출한 수용성 추출물에는 콜레스테롤 섭취 흰쥐의 혈청 중성지질 및 간장 콜레스테롤 농도를 저하시키는 작용이 인정되었다. (2000년 7월 21일 접수, 2000년 9월 7일 수리)

### 서 론

경제성장의 발달로 풍족한 식생활을 영위하며 평균수명도 날로 증가하고 있으나, 식생활 패턴의 변화로 인해 뇌 혈관계 질환, 심장병, 고혈압 및 당뇨병 등의 순환기계 질환과 암으로 인한 사망률이 크게 높아져 건강에 대한 관심이 고조되고 있다.<sup>1)</sup> 이러한 만성 퇴행성 질환들은 생체내에서 지질대사와 깊은 관련을 가지고 있기 때문에 우리가 일상적으로 섭취하는 식품 재료로부터 지질 개선효과가 있는 생리활성 성분을 찾고자하는 노력도 활발하게 전개되고 있다.<sup>2,3)</sup> 최근, 천연자원을 대상으로 한 실험에서 녹차를 비롯한 식물성 성분과 한방 자원에서 지질 저하 기능을 가진 생리활성 물질이 보고됨으로써 뽕잎 추출물에도 고지혈증을 개선할 수 있는 성분이 존재 할 것으로 기대된다.<sup>3)</sup>

꾸지뽕나무(*Cudrania tricuspidata*)는 뽕나무과에 속하는 낙엽 교목으로 동아시아에 주로 분포하고 있는데 우리나라에서는 1종만이 전국 각지에서 자생하고 있다.<sup>4)</sup> 꾸지뽕나무 잎은 습진, 폐결핵, 만성 요통, 타박상, 급성관절염 등의 한방치료에 사용되고 있으며, 또한 민간에서 열매와 수피는 약창, 강장, 증풍, 이뇨, 진해 등의 치료약으로 이용되고 있다.<sup>5)</sup> 지금까지 이 식물에 대한 연구로서는 6,8-di-p-hydroxybenzyltaxifolin, 8-p-hydroxybenzyltaxifolin, 6-p-hydroxybenzyl taxifolin 및 kaempferide 7-O-β-D-glucopyranoside 등의 성분 연구가 보고되어져 있다.<sup>6,7)</sup> 최근, 꾸지뽕나무의 생리활성 작용으로서는 뽕잎의 항염증 작용 및 항균작용,<sup>7)</sup> 항산화 작용<sup>8,9)</sup> 등이 보고되어

있다. 한편, 뽕잎(*Morus alba*)에도 혈당강화 효과가 입증되어 당뇨병의 예방과 치료에 효과적인 것으로 보고된 바 있다.<sup>10)</sup> 특히 뽕잎에는 플라보노이드 계열의 화합물이 다량으로 함유되어 있어 생체내 지질과산화 억제 및 고지혈증 등의 성인병에 대한 예방 효과가 있을 것으로 기대 된다.

한편, 흰쥐에 콜레스테롤을 투여하여 실험적 고지혈증을 유발시킨 상태에서 뽕잎 매탄을 추출물 투여에 의해 혈청 총 콜레스테롤 및 중성지질 농도가 저하되었으며, 또한 인체실험에서도 뽕잎 파우더의 투여로 혈청 중성지질 농도의 감소가 보고된 바 있다.<sup>11)</sup> 뽕잎 추출물을 함유한 음료수를 5주간 섭취시킨 db/db 마우스에서도 혈청 중성지질 농도의 감소가 보고되었다.<sup>12)</sup> 그러나, 이러한 지질대사에 미치는 추출 성분들의 영향은 뽕잎을 비롯한 한방재료를 선택할 때 어떤 용매로 추출하여 실험에 제공하였는가가 중요하다. 일반적으로 메탄올 또는 에탄올 등의 유기용매 추출물에서 비교적 높은 생리활성을 나타내지만, 직접 한방에서 이용되고 있는 수용성 추출물에 의해서는 이러한 영향이 미약한 것으로 알려져 있다.<sup>11,13)</sup> 또한 뽕잎과 꾸지뽕잎의 추출물 사이에서도 각각 다른 생리활성을 나타내며, 오히려 한방에서 더 많이 이용되고 있는 꾸지뽕잎 보다 뽕잎에서 생리활성을 나타내는 좋은 결과가 있어서 이들의 생리활성에 대한 비교 검토도 중요할 것으로 사료된다.<sup>14)</sup> 따라서 한방 재료로 사용되고 있는 꾸지뽕잎은 주로 야생으로 자생하여 구입하기 어렵기 때문에 일반 농가에서 많이 재배되고 있는 뽕잎으로 대체 시킬 수 있다면 국민건강을 증진시킨다는 측면과 농가의 소득을 올릴 수 있는 경제적인 측면에서도 유리할 것으로 사료된다.

본 실험에서는 꾸지뽕나무 및 뽕나무 잎으로부터 추출한 수용성 추출물에 대한 생리활성을 비교 검토하기 위하여 흰쥐에 콜레스테롤을 투여하여 고지혈증을 유도시킨 상태에서 이들 추

찾는말 : *Morus alba*, *Cudrania tricuspidata*, rat. cholesterol, triglyceride

\*연락처 : Tel : 82-51-200-7586, 7501; Fax : 82-51-200-7505  
E-mail : choys@mail.donga.ac.kr.

출물을 각각 1% 수준으로 식이에 첨가하여 14일 동안 섭취시킨 후 혈청과 간장 지질농도 및 혈당치를 측정하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

실험재료의 빵나무 잎은 부산시 사하구 하단동 동아대학교 생명자원과학대학 포장에서 재배한 것으로서 1999년 5월에 채취하여 사용하였으며, 꾸지빵나무 잎은 1999년 5월에 경남 김해시 생림면에서 야생으로 서식하는 나무로부터 직접 채취하였다. 채취한 잎은 음지에서 건조시켜 잘게 자른 후 중량 비로 10배 량의 증류수로 수조상에서 3시간 추출을 2회 반복 실시하여 혼합한 용액을 농축하여 진공동결건조 시킨 것을 수용성 추출물로 하였다.

### 실험동물, 사육조건 및 식이 조성

실험동물로서는 4주령의 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐를 스테인레스 개별 케이지에 한 마리씩 넣어 사육실 온도  $22 \pm 2^\circ\text{C}$ , 습도  $50 \pm 5\%$ , 명암주기 12시간(명주기, 07:00~19:00)이 자동 설정된 동물사육실에서 사육하였다. 본 실험의 식이 조성은 각 실험군의 식이에 casein 20%,  $\alpha$ -corn starch 15%, corn oil 10%, cellulose 5%, AIN-93 mineral mixture 0.4%, AIN-93 vitamin mixture 0.1%, cholesterol 0.5%, L-methionine 0.3%, choline bitartrate 0.2%, sodium cholate 0.125%을 첨가하고 나머지 식이는 sucrose로 맞추었으며, 빵잎 및 꾸지빵잎 추출물은 각각 1% 수준으로 첨가하였다(Table 1). 실험동물은 각 군마다 6마리씩 나누고, 식이와 물을 14일간 자유섭취 시켰다. 사육 기간중 식이 섭취량은 매일 일정한 시간에 측정하고, 체중은 이틀에 한번씩 측정하였다.

### 분석시료의 조제

실험 최종일 8시간 절식시킨 후 에테르로 가볍게 마취시켜 복부 대동맥으로부터 채혈하여 혈액을 얻었다. 혈액은 약 30분간 실온에서 방치시킨 후 3,000 rpm에서 15분간 원심분리하여 얻어진 혈청을 지질 분석에 사용하였다. 각 장기는 적출한 후 냉각된 생리식염수로 충분히 세척하고 물기를 제거한 다음 장기 무게를 측정하였다.

### 혈청 지질분석

혈청 총 콜레스테롤량은 Cholesterol C-test wako(Wako Junyaku, Osaka, Japan)를 이용하여 cholesterol oxidase-DAOS 법으로 측정하였고, 혈청 HDL-콜레스테롤량은 HDL-cholesterol

Table 1. Composition of experimental diets to Sprague-Dawley white rats (%)

Ingredients	Control	<i>Morus alba</i>	<i>Cudrania tricuspidata</i>
<i>Morus alba</i> <sup>1)</sup>	- <sup>2)</sup>	1.0	-
<i>Cudrania tricuspidata</i> <sup>1)</sup>	-	-	1.0

<sup>1)</sup>Both components were added at the expense of sucrose.

<sup>2)</sup>not added.

E-test wako(Wako Junyaku, Osaka, Japan)의 효소 발생법에 의한 시판 kit로 측정하였다. 혈청 중성지방은 Triglyceride E-test wako(Wako Junyaku, Osaka, Japan)를 이용하여 GPO-DAOS법에 의하여 측정하였고, 혈청 인지질은 Phospholipid C-test wako(Wako Junyaku, Osaka, Japan)를 이용한 choline oxidase-DAOS법에 의한 효소 발생 법으로 측정하였다. 혈청 포도당 농도는 glucose oxidase 법에 따라 조제된 시판 kit(Wako Junyaku, Osaka, Japan)를 이용하여 측정하였다.

### 간장 지질추출 및 분석방법

간장 총 지질은 Folch 등의 방법<sup>15)</sup>에 준하여 추출하였다. 즉, 간장 1g을 chloroform:methanol 2:1 혼합액으로서 지질을 추출하여  $-80^\circ\text{C}$ 의 냉동고에서 보관하면서 지질분석에 이용하였다. 간장 중성지방 농도는 Triglyceride E-test wako(Wako Junyaku, Osaka, Japan)를 이용하여 GPO-DAOS법에 의하여 측정하였다. 간장 총 콜레스테롤은 Cholesterol C-test wako(Wako Junyaku, Osaka, Japan)를 이용하여 cholesterol oxidase-DAOS법으로 측정하였다. 간장 인지질 농도는 Bartlett의 방법<sup>16)</sup>으로 정량 하였다.

### 통계처리

실험으로부터 얻어진 결과치는 통계처리하여 평균치와 표준 오차를 계산하였으며, 각 실험 군간의 유의성 검정은 Duncan's multiple range test로 실시하였다.<sup>17)</sup>

## 결과 및 고찰

### 체중, 식이 섭취량 및 식이 효율에 미치는 영향

콜레스테롤을 투여하여 고지혈증을 유발시킨 상태에서 빵잎 및 꾸지빵잎의 수용성 추출물을 각각 1% 수준으로 첨가하여 14일간 섭취시킨 결과, 체중 및 식이 섭취량과 식이 효율에서 실험 군간에 유의적인 차이는 없었다(Table 2). 그러나, 빵잎 및 꾸지빵잎 추출물군과 대조군 사이에 체중 변화는 관찰되지 않

Table 2. Effect of watwe-extracted from leaves of *Morus alba* and *Cudrania tricuspidata* on body weight, food intake, and tissues weight in cholesterol-fed rats

Ingredients	Control	<i>Morus alba</i>	<i>Cudrania tricuspidata</i>
Body weight gain (g/14 days)	127.56 $\pm$ 7.93	130.48 $\pm$ 4.01	128.08 $\pm$ 8.60
Food intake (g/day)	22.10 $\pm$ 1.04	22.42 $\pm$ 0.45	23.88 $\pm$ 0.72
Food efficiency <sup>1)</sup>	0.41 $\pm$ 0.0	20.42 $\pm$ 0.0	10.38 $\pm$ 0.02

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

Values are means  $\pm$  SE of six rats per group.

**Table 3. Effect of watwe-extracted from leaves of *Morus alba* and *Cudrania tricuspidata* on tissue weight in cholesterol-fed rats**

Ingredients	Control	<i>Morus alba</i>	<i>Cudrania tricuspidata</i>
		Weight (g)	
Liverl	4.67±0.92 <sup>ab</sup>	16.11±0.41 <sup>a</sup>	13.70±0.55 <sup>b</sup>
Brain	1.49±0.10 <sup>a</sup>	1.70±0.08 <sup>b</sup>	1.53±0.09 <sup>a</sup>
Adipose tissue	3.34±0.40 <sup>a</sup>	2.63±0.21 <sup>b</sup>	3.05±0.28 <sup>ab</sup>
Kidney	2.25±0.08	2.24±0.04	2.33±0.07
Heart	1.09±0.04	1.12±0.05	1.19±0.03
Spleen	0.84±0.07	0.90±0.13	0.85±0.03

Values are means ± SE of six rats per group.  
Between the groups, values with different letters are significantly different at  $p<0.05$ .

**Table 4. Effect of watwe-extracted from leaves of *Morus alba* and *Cudrania tricuspidata* on the concentration of serum lipids and blood glucose in cholesterol-fed rats**

Ingredients	Control	<i>Morus alba</i>	<i>Cudrania tricuspidata</i>
		(mg/100 ml)	
Triglyceride	104.60±7.89 <sup>a</sup>	85.81±8.97 <sup>ab</sup>	62.85±5.54 <sup>b</sup>
Total Cholesterol	110.01±3.57	138.34±8.91	104.64±4.44
HDL-Cholesterol	36.82±3.25	36.43±2.74	33.03±1.23
Phospholipid	129.81±8.76 <sup>ab</sup>	149.24±11.7 <sup>a</sup>	106.66±4.26 <sup>b</sup>
Blood Glucose	173.93±12.8	206.73±17.3	207.44±18.9

Values are means ± SE of six rats per group.  
Between the groups, values with different letters are significantly different at  $p<0.05$ .

았음에도 불구하고 대조군에 비해 지방조직의 중량은 감소되었다. 이러한 내장지방 축적 억제효과는 성인병의 발생과 깊이 관련된 비만을 예방할 수 있는 가능성을 시사하는 것이다. 흰쥐에 콜레스테롤 식이를 4주일 동안 투여하면서 뽕잎으로부터 추출한 메탄올 성분을 0.1 및 1.0 g/kg body weight로 최종 2주간 병합 투여하였을 때 각각 11% 및 16%씩 체중이 감소하였고,<sup>10)</sup> 또한 뽕잎 추출물을 함유한 음료수를 5주간 섭취시킨 db/db 마우스에서도 체중 증가량이 감소하였다고 보고하였다.<sup>12)</sup> 본 실험에서 뽕잎 추출물군에서 직접적인 체중 감소가 없었던 것은 생리활성 작용이 상대적으로 약한 수용성 추출물을 섭취시킨 결과 때문인 것으로 사료된다.

**각 장기 중량에 미치는 영향**

간장 무게는 콜레스테롤만을 투여한 대조군에 비교해서 뽕잎 추출물군에서는 증가경향을, 꾸지뽕잎 추출물군에서는 감소경향을 나타내었으나, 뽕잎 추출물군에 비해 꾸지뽕잎 추출물군에서 유의적으로 감소하였다(Table 3). 뇌 조직 무게는 대조군에 비교해서 뽕잎 추출물군에서 유의적으로 증가하였으나, 꾸지뽕잎 추출물군에서는 변화가 없었다. 한편, 신장, 심장 및 비장의 무게는 각 실험 군간의 유의적인 차이는 없었다.

**혈청 지질 농도에 미치는 영향**

혈청 지질 농도의 변화는 Table 4와 같다. 중성지방 농도는 대조군에 비해 꾸지뽕잎 추출물군에서는 유의적으로 감소하였고, 뽕잎 추출물군에서는 감소경향을 보였다. 혈청의 지질량은 심혈관계 질환인 동맥경화, 고혈압, 심장병, 당뇨병 등의 진단 지표로 사용되고 있는데, 특히 고콜레스테롤혈증이 이들 혈관계 질환에서 주된 위험 인자로 지적되고 있다.<sup>18)</sup> 또한, 고중성

지질혈증과 저HDL-콜레스테롤혈증도 이들 질환의 위험 인자로 최근에 주목 받게되어 유럽과 미국 등에서 새로운 임상 지침이 설정되어,<sup>19)</sup> 혈중 중성지방 농도를 감소시키기 위한 시도가 다방면에서 활발하게 전개되고 있다.<sup>2,3)</sup> 최근 국내에서도 천연자원을 대상으로 지질 저하 작용을 가진 생리활성 물질을 뽕잎,<sup>12)</sup> 옷나무 추출물,<sup>20)</sup> 한약재<sup>21)</sup> 등의 한방약이나 식용식물로 부터 찾아내려는 연구가 활발히 진행되어 혈청 중성지방 저해 효과가 보고된 바 있다. 한편, 흰쥐에 콜레스테롤을 투여하여 실험적 고지혈증을 유발시킨 상태에서 뽕잎 메탄올 추출물에 의해서는 혈청 중성지방 농도가 저하되었으며, 또한 건강한 성인을 대상으로 한 실험에서도 뽕잎 분말의 투여로 혈청 중성지방 농도의 감소가 보고된 바 있다.<sup>11)</sup> 또한, 뽕잎 추출물을 함유한 음료수를 5주간 섭취시킨 db/db 마우스에서도 혈청 중성지질 농도가 감소된바 있다.<sup>12)</sup> 콜레스테롤 섭취에 의해 고지혈증으로 유도된 토끼에 뽕잎으로 환산해 5% 및 2.5% 부탄올 추출물 및 5% 아세톤 추출물과 추출 잔사를 14주간 공급하였을 때 대조군에 비해 뽕잎 추출물 첨가군에서 혈청 지질 상승 억제 경향을 나타내었고, 간세포에서 지방축적 억제 효과도 확인된 바 있다.<sup>22)</sup>

혈중에서의 중성지방 및 VLDL(초저밀도지단백질)의 저하 기작으로서는 간장에서 중성지방 및 VLDL 합성저하, 혈장 중에서 VLDL의 이화촉진(lipoprotein lipase 활성화), 그리고 말초 조직으로부터의 지방산 동원 감소로 크게 대별 될 수 있다. 중성지방을 분해하여 유리 지방산과 글리세롤로 분해하는 효소인 혈중 lipase가 콜레스테롤 투여에 의한 고지혈증 상태에서 뽕잎 추출물 병합투여로 활성화됨으로서 혈중 지방성분의 분해를 촉진시키는 결과가 보고된 바 있다.<sup>11)</sup> 본 실험에서도 혈청 중성지방 농도가 대조군에 비해 뽕잎 및 꾸지뽕잎 추출물군들에서

**Table 5. Effect of watwe-extracted from leaves of *Morus alba* and *Cudrania tricuspidata* on the concentration of liver lipids in cholesterol-fed rats**

Ingredients	Control	<i>Morus alba</i> (mg/g)	<i>Cudrania tricuspidata</i>
Triglyceride	59.36±5.81	58.01±4.74	66.43±5.20
Cholesterol	32.60±1.41 <sup>a</sup>	24.86±2.57 <sup>b</sup>	31.08±1.76 <sup>a</sup>
Phospholipid	25.08±0.97	28.08±1.11	28.00±1.14

Values are means ± SE of six rats per group.

Between the groups, values with different letters are significantly different at  $p < 0.05$ .

감소되므로써 혈중 lipase 활성의 증가 가능성이 시사되었다. 지금까지 알려진 바에 의하면 뽕나무로부터 생리활성을 나타내는 성분은 quercetin(50~229 mg%)과 kaempferol(47~177 mg%) 등의 플라보노이드류가 대부분이었으며, 그 외 chlorogenic acid, caffeic acid 등도 함유되어 있는 것으로 동정되었다.<sup>9)</sup> 꾸지뽕나무 잎과 목부에서는 quercetin-3-O-β-D-glucose, kaempferol, kaempferol-3-O-β-D-glucose, arthocarpesin, chlorogenic acid 등도 분리동정 되었다.<sup>7)</sup> 따라서, 지금까지의 연구 결과<sup>2,7,9)</sup>에서 뽕나무 추출물을 비롯한 대부분의 성분들이 phenol계 화합물인 것으로 미루어 볼 때 생체내 지질 대사에 영향을 미치는 주성분도 이들 phenol계 화합물에 기인하는 것으로 생각된다. 그 대표적인 성분으로는 baicalin, baicalein, wogonin, quercetin, kaempferol, catechin, hesperetin 등을 들 수 있다.<sup>7,9,21)</sup> 본 실험에서 뽕나무 추출물에 의한 혈장 중성지방 농도의 감소도 이러한 phenol계 화합물에 의한 것으로 사료된다.

혈청 총 콜레스테롤 농도는 대조군에 비해서 꾸지뽕잎 추출물군에서는 차이가 없었고, 뽕잎 추출물군에서는 높게 나타났으나 동일군내의 편차가 너무 커서 유의적인 차이는 없었다 (Table 4). 한편, HDL-콜레스테롤 농도는 각군간에 유의적인 차이는 없었다. 흰쥐에 콜레스테롤을 투여하여 실험적 고지혈증을 유발시킨 상태에서 뽕잎 메탄을 추출물을 병합 투여함으로써 혈청 총 콜레스테롤 농도가 저하되었다고 한다.<sup>11)</sup> 식이성 phenol 화합물은 혈청 총 콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤 농도를 저하시키고, HDL-콜레스테롤 농도를 증가시켜, 고지혈증 및 심장 순환계 질환을 예방하는 것으로 알려져 있다.<sup>3)</sup> 그러나 본 실험에서는 뽕잎 및 꾸지뽕잎 추출물에 의한 혈청 콜레스테롤 농도에 미치는 영향은 미약한 것으로 보인다. 혈청 인지질 농도는 대조군에 비해 뽕잎 추출물군에서는 증가경향을 나타내었고 꾸지뽕잎 추출물군에서는 저하경향을 나타내었다 (Table 4). 그러나 뽕잎 추출물군에 비해 꾸지뽕잎 추출물군에서는 유의적으로 감소하였는데, 이러한 인지질의 감소는 다른 지질성분과 함께 감소함으로써 간장으로부터 혈중으로의 VLDL-지질 분비 감소에 기인하는 것으로 시사되었다.

#### 혈청 포도당 농도에 미치는 영향

혈청 포도당 농도는 각 군간에 통계상의 유의적인 차이는 인정되지 않았다 (Table 4). 일반적으로 정상 흰쥐의 혈청 포도당 농도는 98~152 mg/100 ml이며, 식이성 콜레스테롤 섭취에 의해 유발된 고지혈증 상태에서는 170 mg/100 ml 정도로 이보다 약간 높게 보고된 바 있다.<sup>23,24)</sup> 그러나 고지혈증 상태에서의 혈청

포도당 농도는 phenol 화합물의 첨가에 의해 감소 또는 증가된 결과들이 보고되어 일관된 결과를 보이지 않았다.<sup>12,23)</sup> 강원도 상업으로부터 추출된 물 추출물과 에탄올추출물을 이용하여 당뇨병의 직접적인 원인이 되는 α-glucohydrolase 활성을 측정할 결과, 현재 당뇨병의 치료약으로 사용되고 있는 chlorpropamide가 91%의 활성을 저해시켰으나 물 추출물에서는 25% 정도의 저해활성을 보인 반면 에탄올 추출물에서는 85% 이상의 저해효과를 나타내어 추출시의 용매에 의한 영향이 큰 것으로 나타났다.<sup>13)</sup> 한편, 뽕잎혼합 음료를 db/db 마우스에 음료수로 제공하면서 공복시의 혈액내 포도당 농도를 경시적으로 측정할 결과, 음료 투여 후 2주일째부터 감소되기 시작하여 5주 후에는 유의적으로 감소하였다고 보고하였다.<sup>12)</sup> 따라서 본 실험에서 뽕잎 추출물에 의한 혈청 포도당 농도의 현저한 변화가 없었던 것은 비교적 활성이 약한 수용성 추출물인 동시에 2주간의 투여에 의해 크게 영향을 받지 못한 것으로 사료된다.

#### 간장 지질농도에 미치는 영향

간장에서 콜레스테롤 농도는 대조군에 비해 뽕잎 추출물군에서는 유의적으로 감소하였으나, 꾸지뽕잎 추출물군과는 차이가 없었다 (Table 5). 간장에서의 콜레스테롤 농도 감소는 콜레스테롤 생합성의 초기 단계에 관여하는 HMG-CoA reductase 활성 저해,<sup>25)</sup> 콜레스테롤 에스테르 합성의 중요 조절효소인 acyl-coenzyme A: cholesterol acyltransferase 활성 저해,<sup>21)</sup> 장관 내에서의 콜레스테롤 흡수 억제, 분변 중으로의 담즙산 배설 증가 등의 의한 것으로 시사되어 있다. 이중 콜레스테롤 초기 단계의 합성에 관여하는 HMG-CoA reductase 활성은 뽕잎 메탄을 추출물에서 53%의 활성 억제가 보고된 바 있다.<sup>11)</sup> 지금까지 연구결과에서 식물성 성분인 quercetin, epicatechin gallate, epigallocatechin gallate 등은 세포막 인지질의 외부막에서 검출되는 것으로 보아 세포막 중에 삽입된 상태로 존재하면서 특히 막 결합형 효소 활성에 영향을 미치는 것으로 시사된다.<sup>26,27)</sup> 따라서, 뽕잎 추출물에 의한 간장에서 콜레스테롤 농도의 감소는 콜레스테롤 생합성 억제에 의한 것으로 시사되고 있으나, 본 실험에서는 콜레스테롤 대사관련 효소활성을 측정하지 않았기 때문에 정확한 대사 기작을 알기 위해서는 금후 이에 대한 실험이 이루어져야 하겠다. 간장에서의 중성지방 및 인지질 농도는 각군간에 유의적인 차이는 없었다 (Table 5).

이상의 실험 결과, 뽕나무 및 꾸지뽕나무 잎의 수용성 추출물에 의해 콜레스테롤 섭취 흰쥐의 혈청 중성지방 및 간장 콜레스테롤 농도의 저하효과가 인정되었다.

감사의 글

본 논문은 2000년도 동아대학교 학술연구 조성비(공모과제)의 지원에 의하여 수행된 연구결과이며 이에 감사 드립니다.

참고문헌

1. Annual report on the cause of death statistics. (1996) National Statistical Office, Republic of Korea.
2. Cha, J. Y. and Cho, Y. S. (1999) Effect of potato polyphenolics on hyperlipidemia in rats. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **29**, 274-279.
3. Matsumoto, N., Okushio, K. and Hara, Y. (1998) Effect of blacktea polyphenols on plasma lipids in cholesterol-fed rats. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* **44**, 337-342.
4. Lee, C. B. (1985) In 'Dehanshikmuldogam,' Hyangmoonsha, Publishing Co., Seoul, Korea, p. 285.
5. Kangjoshineuihakwon (1985) In 'Jungyakdesajon,' 2nd Ed., p. 2383, Sohakkyan Publishing Co., Korea.
6. Fujimoto, T. and Nomura, T. (1985) Components of root bark of *Cudrania tricuspidata*. 3. Isolation and structure studies on the flavonoids. *Planta Med.* **51**, 190-196.
7. Kim, S. H., Kim, N. J., Choi, J. S. and Park, J. C. (1993) Determination of flavonoid by HPLC and biological activities from the leaves of *Cudrania tricuspidata* Bureau. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **22**, 68-72.
8. Cha, J. Y., Kim, H. J., Chung, C. H. and Cho, Y. S. (1999) Antioxidative activities and contents of polyphenolic compound of *Cudrania tricuspidata*. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **28**, 1310-1315.
9. Chung, S. K., Kim, Y. C. and Park, S. W. (1999) Antioxidative effects and isolation of antioxidative compound from various mulberry leaves in Korean. *Annual Meeting of Korean Soc. Food Sci. Technol.*, Seoul, p. 434.
10. Chen, F., Nakashima, N., Kimura, I. and Kimura, M. (1995) Hypoglycemic activity and mechanisms of extracts from mulberry leaves (*Mori folium*) and cortex moriradicis in streptozotocin-induced diabetic mice. *Ykugaku Zasshi* **115**, 476-82.
11. Kim, S. Y., Lee, W. C., Kim, H. B., Kim, A. J. and Kim, S. K. (1998) Antihyperlipidemic effects of methanol extracts from mulberry leaves in cholesterol-induced hyperlipidemia in rats. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **27**, 1217-1222.
12. Oh, U. J., Kim, G. P., Cho, Y. W., Chung, S. H. and Gu, S. J. (1999) Effect of beverage containing extract from mulberry leaves on serum glucose and lipid levels in db/db mouse. *Annual Meeting of Kor. Soc. Food Sci. Technol.*, Seoul, p. 430.
13. Kim, S. H., Kim, K. S., Lee, J. H., Park, Y. J. and Lee, H. Y. (1997) Comparison of glucose-lowering activity of the extracts from Kangwon-do mountain mulberry leaves (*Moli folium*) and silk worm. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* **25**, 391-395.
14. Kim, H. J., Cha, J. Y., Choi, M. L. and Cho, Y. S. (2000) Antioxidative activities of water-soluble extracts of *Morus alba* and *Cudrania tricuspidata*. *Agri. Chem. Biotechnol.* **43**, 148-152.
15. Folch, J., Lees, M. and Sloane-Starley, G. H. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* **226**, 497-509.
16. Bartlett, G. R. (1959) Colorimetric assay methods for free and phosphorylated glyceric acids. *J. Biol. Chem.* **234**, 469-471.
17. Duncan, D.B. (1959) Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* **1**, 1-42.
18. Inkeles, S. and Eisenberg, D. (1981) Hyperlipidemia and coronary atherosclerosis. *Medicine* (Baltimore) **60**, 110-123.
19. Manninen, V., Tenkanen, L., Koskinen, P., Huttunen, J. K., Manntari, M., Heinonen, O. P. and Frick, M. H. (1992) Triglycerides and LDL-cholesterol concentrations on coronary heart disease risk in the Helsinki Heart Study. *Circulation* **85**, 37-45.
20. Kalergis, A. M., Lopez, C. B., Becker, M. I., Diaz, M. I., Sein, J., Garbarino, J. A. and De Ioannes, A. E. (1997) Modulation of fatty acid oxidation alters contact hypersensitivity to urushiols: role of aliphatic chain beta-oxidation in processing and activation of urushiols. *J. Invest. Dermatol.* **108**, 57-61.
21. Yotsumoto, H., Yanagita, T., Yamamoto, K., Ogawa, Y., Cha, J. Y. and Mori, Y. (1997) Inhibitory effect of Oren-Gedoku-to and its components on cholesteryl ester synthesis in cultured human hepatocyte HepG2 cells. Evidence from the cultured HepG2 cells and *in vitro* assay of ACAT. *Planta Med.* **63**, 141-145.
22. Doi, K., Kojima, T., Harada, M., Horiguchi, Y. and Hujimoto, Y. (1999) Effect of various fractions extracted from mulberry leaves on lipid metabolism in rabbits fed a cholesterol diet. *J. Jpa. Soc. Nutr. Food Sci.* **52**, 85-90.
23. Matsumoto, N., Ishigaki, F., Ishigaki, A., Iwashima, H. and Hara, Y. (1992) Reduction of blood glucose levels by tea catechin. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **57**, 525-527.
24. Cha, J. Y., Kim, D. J. and Cho, Y. S. (2000) Effect of chlorogenic acid on the concentrations of serum and hepatic lipids in rats. *Agri. Chem. Biotechnol.* **43**, 153-157.
25. Yanagita, T., Hara, E., Yotsumoto, H., Rahman, S. M., Han, S. Y., Cha J. Y. and Yamamoto, K. (1999) NK-104, a potent new 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme-A reductase inhibitor, enhances posttranslational catabolism of apolipoprotein B<sub>100</sub> and inhibits secretion of apolipoprotein B<sub>100</sub> and triacylglycerols from HepG2 cells. *Curr. Ther. Res.* **60**, 423-434.
26. Hashimoto, T., Kumazawa, S., Nanjo, F., Hara, Y. and Nakayama, T. (1999) Interaction of tea catechins with lipid bilayers investigated with liposome systems. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **63**, 2252-2255.
27. Terao, J., Piskula, M. and Yao, Q. (1994) Protective effect of epicatechin, epicatechin gallate, and quercetin on lipid peroxidation in phospholipid bilayers. *Arch. Biochem. Biophys.* **308**, 1-7.

---

**Effect of Water-Extracted of Leaves from *Morus alba* and *Cudrania tricuspidata* on the Lipid Concentrations of Serum and Liver in Rats**

Jae-Young Cha, Hyun-Jeong Kim, Bang-Sil Jun and Young-Su Cho\*(*Division of Biotechnology, Faculty of Natural Resources and Life Science, Dong-A University, Pusan 604-714, Korea*)

**Abstract:** Male Sprague-Dawley rats received either a cholesterol diet (Control group) or cholesterol diets supplemented with the water-extracted of leaves from *Morus alba* (MA group) or *Cudrania tricuspidata* (CT group) at the level of 1% for 2 weeks. The concentration of serum triglyceride was significantly lower in the CT group and was also lower in the MA group than in the control group. The liver cholesterol concentration was significantly lower in the MA group than in the control group, but not significantly different between the CT group and the control group. The concentration of phospholipid in serum was an increasing tendency in the MA group and was a decreasing tendency in the CT group compared to that in the control group. Body weight gain, food intake, food efficiency, the concentrations of triglyceride and phospholipid in liver, and the total cholesterol, HDL-cholesterol and glucose in serum were not significantly different among dietary groups. These results suggest that the water-extracted from leaves of *Morus alba* and *Cudrania tricuspidata* exerts a hypotriglycerolemic effect in the cholesterol-fed rats.

---

Key words : *Morus alba*, *Cudrania tricuspidata*, rat, cholesterol, triglyceride

\*Corresponding author