

## 뽕나무 품종별 오디추출물의 섭취가 흰쥐의 지질대사 및 간장기능에 미치는 영향

김현복 · 김선여\* · 류강선 · 이완주 · 문재유\*\*

농업과학기술원 잠사곤충부, \*경희대학교 동서의학대학원, \*\*서울대학교 농업생명과학대학

## Effect of Methanol Extract from Mulberry Fruit on the Lipid Metabolism and Liver Function in Cholesterol-Induced Hyperlipidemia Rats

Hyun-Bok Kim, Sun Yeou Kim\*, Kang Sun Ryu, Won Chu Lee and Jae Yu Moon\*\*

Department of Sericulture and Entomology, National Institute of Agriculture Science and Technology, RDA, Suwon, 441-100, Korea

\*Graduate School of East-West Medical Science, Kyung Hee University, Seoul, 130-701, Korea

\*\*College of Agriculture and Life Science, Seoul National University, Suwon, 441-744, Korea

### ABSTRACT

We conducted this study to investigate the effect of methanol extract from Mulberry Fruit on the lipid metabolism and liver function in cholesterol-induced hyperlipidemia rats. We used 5 Mulberry Fruit varieties, including Daeryukppong, Kuksang 20, Subongppong, Wild variety and Cataneo. The yield of methanol extract from freezing dried Mulberry Fruits was 43.5~64.6%. Animal treated with Wild variety from Mulberry Fruit showed the decrease in body weight, food efficiency ratios, serum triglyceride (85%), and GOT value (86%). Our results suggest the hypolipidemic action of Wild variety from Mulberry Fruit.

**Key words :** Mulberry Fruit, Cholesterol, Lipid metabolism, Liver function, Wild variety

### 서 론

현재 우리나라의 양잠산업은 누에분말과 동충하초의 생산으로 그 명맥을 유지하고 있는 형편이며, 혈압강하(한국잠사학회 1999심포지엄 자료집), 콜레스테롤 억제(김 등, 1998), 중금속 제거효과(김 등, 1998) 등과 같은 뽕잎의 다양한 생리활성기능 구명에 이어, 이와 관련된 연구결과를 바탕으로 뽕잎아이스크림(김 등, 1999), 누에분말 추출 음료 및 세리신 함유 실크비누 등과 같은 제품 등이 개발되어 있다.

그러나 뽕나무 열매인 오디는 收量의 한계성과 수확의 어려움으로 인하여 그 이용이 극히 제한적이었다. 본 연구자는 초저온 냉동고에 보관했던 오디를 사용하면 당도가 떨어지기 때문에, 오디를 수확한 당일 잼과 칩주로 가공하여 이용하는 것이 가장 바람직하며, 이때 유망한 품종으로 오디 고유의 향과 색, 맛을 지닌 청일뽕 품종의 오디와 타품종에 비해 당도가 높고, 수량이 많은 국

상20호 오디를 선발하는 선행연구를 한 바 있다(김 등, 1999).

지금까지 뽕나무 오디의 연구는 형태적 특징(박과 이, 1996; 박과 이, 1997; 이 등, 1998) 및 과수화(고, 1994)를 중심으로 물리적·생리적 연구가 일부 이루어져 왔고, 최근 생리활성기능에 대해 보고되어진 연구결과로는 오디의 항당뇨 효능(김 등, 1996), 꾸지뽕나무의 과산화지질 억제 효과(박 등, 1995), 뽕나무 오디 품종 중 항염증제로의 이용가능성이 높은 품종의 선발(김 등, 1998) 및 오디 품종간 안토시아닌 색소의 취적출 대동맥의 수축·이완작용 구명 등이 있다(박 등, 1997).

의학기술의 발달로 수명이 길어지고 노령 인구가 많아진 반면, 식습관의 변화와 운동부족으로 인한 각종 암, 고혈압 등 순환기계질환과 당뇨병, 간장 장애 등 성인병이 급증함에 따라 기능성식품에 대한 소비자들의 관심이 높아지고 있고, 최근 포도에 존재하는 stilbene 계열의 화합물과 색소의 기능성에 대한 연구가 세계적으로 활발히 연

구되고 있는 상황에서 우리나라의 고유자원으로 경쟁력을 가진 오디에 대한 체계적인 연구가 필요하다. 또한 국민의 건강까지도 위협받을 수 있는 우리나라의 음주소비 증가추세에 비추어 볼 때 음주원료의 새로운 방향에 대한 연구가 절실하다 할 수 있는데(1999년 한국식품영양과학회 춘계 산업심포지움 자료집), 기능성 고급 건강주의 원료로 오디를 이용하여 오디추출물 등과 같은 제품을 개발한다면 양잠산물의 새로운 용도 창출에 기여할 수 있다고 생각되어 본 연구에서는 일차적으로 뽕나무 품종별 오디 메탄을 추출물이 지질대사 및 간장기능에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

수봉뽕, 대륙뽕, 국상20호 및 카타네오 오디는 전라북도 농업기술원 원종과 잠업시험지 표본포에서 채취하였고, 야생오디는 강원도 횡성지방에서 채취하였다. 5품종의 오디는 채취 즉시 -70°C의 초저온 냉동고에 보관한 후 냉동건조하여 사용하였다.

### 2. 뽕나무 품종별 오디의 메탄을 추출물 조제

품종별로 냉동건조시킨 오디에 85% 메탄올을 첨가한 후 2시간씩 3회 초음파 추출하였다. 추출액을 여과하여 모은 여액을 감압농축기를 이용하여 농축한 후 -50°C에서 동결건조기를 사용하여 건조시켰다. 냉동건조물은 사용하기 전까지 밀봉하여 4°C에서 보관하였고 사용직전에 saline buffer에 녹여 매일 일정한 시간에 흰쥐에게 경구 투여하였다.

### 3. 실험동물 및 시료처리

Sprague-Dawley계의 수컷 흰쥐는 삼육실험동물센터(주)로부터 공급받아, 온도 20±2°C, 습도 50±5%로 유지되는 동물사육실에서 사료와 물을 충분히 공급하면서 일주일간 사육환경에 적응시킨 후, 체중이 325.7±2.1 g인 것만을 선별하여 사용하였다.

수컷흰쥐 6마리를 1군으로 하여 정상군에는 olive oil만을, 대조군은 흰쥐의 kg당 콜레스테롤 40 mg을 olive oil 20 mg에 혼합시킨 용액을 30일간 연속적으로 1일 1회 경구투여(40 mg/kg of body weight)하여 고지혈증을 유발시켰다. 그리고 실험군은 대륙뽕(I), 국상20호(II), 수봉뽕(III), 야생오디(IV) 및 카타네오(V) 오디 추출물 5군으로 각각 나누었으며, 각 실험군의 오디 추출물 투여는 1 g/kg of body weight의 용량으로 고지혈이 유발된 흰쥐에 19일 동안 1일 1회 경구투여하는 방법으로 후처리하

였다. 정상군과 대조군은 동량의 생리식염수를 같은 방법으로 투여하였다.

### 4. 체중, 사료섭취량 및 사료이용효율

실험기간 중 매일 일정한 시간에 체중을 측정하였고, 사료섭취량은 각 실험군 별로 체중 측정 직전에 잔량을 수거하여 측정하였다. 사료이용효율은 섭취한 식이량과 체중증가량으로부터 산출하였다.

### 5. 간무게 측정 및 혈액의 채취

실험사육 최종일에 12시간 절식시킨 후 urethane으로 마취시킨 후 흰쥐를 개복하였다. 복대동맥으로부터 채혈한 후 간을 적출하였다. 채취한 혈액은 혈액 생화학치의 분석을 위하여 혈액응고 여부를 확인하고 4°C에서 30분간 방치한 후 3,000 rpm에서 15분간 원심하여 혈청을 분리하였다.

### 6. 혈청의 생화학적 분석

혈청을 분리한 즉시 (주)영동제약으로부터 구입한 혈청 분석용kit 시약과 생화학분석기(Photometer 5010, 녹십자)를 이용하여 혈청의 총콜레스테롤함량, HDL-콜레스테롤함량, 중성지질 함량 및 간의 기능에 영향을 미치는 효소 활성 인자인 GPT, GOT, LDH 활성을 측정하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 뽕나무 품종별 메탄을 추출물의 수율

냉동건조시킨 오디의 메탄을 추출물의 수율은, 수봉뽕 64.6%, 대륙뽕 50.9%, 국상20호 62.0%, 카타네오 49.8% 및 야생오디 43.5%로 품종간 차이가 심하였고 다른 천연물에 비하여 수율이 매우 높았다. 오디 생체중의 수분함량은 78.5~85.0%(김 등, 1999)이므로, 오디 생체량 1 kg 으로부터 최종 메탄을 추출물을 대략 76.4~133.3 g 정도를 얻을 수 있다. 비배관리가 잘 된 품종의 오디는 메탄을 추출물에 대한 수율도 높았으나, 논둑과 밭둑에 방치되어 있던 야생종 오디의 추출 수율은 상대적으로 낮은 경향을 나타냈다.

### 2. 체중증가량, 사료섭취량 및 사료이용효율

콜레스테롤을 투여하여 고지혈증을 유발시킨 대조군의 체중증가량은 68.5 g으로 정상군(118.5 g)보다 적었는데 이는 콜레스테롤 투여로 인한 스트레스가 하나의 요인으로 판단된다. 뽕나무 품종별 메탄을 추출물을 투여한 각 실험군은 정상군의 49~91%의 체중증가량을 나타냈다. 이 중 야생오디 실험군이 체중증가량이 가장 적었고, 사료이

**Table 1.** Effects of methanol extract from mulberry fruit on body weight gain, food intake and its efficiency ratios in normal and hyperlipidemia rats

GROUP	Body weight gain(g)		Food intake(g/day)	Food efficiency ratio(%)
	7 weeks	g/day		
Normal	118.5	2.42	22.5	0.1076(100)
Hyperlipidemia	68.5	1.40	19.3	0.0725( 67)
Daeryukppong(I)	73.5	1.50	18.5	0.0811( 75)
Kuksang 20(II)	97.9	2.00	22.2	0.0901( 84)
Subongppong(III)	107.8	2.20	22.9	0.0961( 89)
Wild variety(IV)	57.8	1.18	20.1	0.0587( 55)
Cataneo(V)	97.0	1.98	21.2	0.0934( 87)

**Table 2.** Serum lipid levels of rats fed the methanol extract from mulberry fruit for 7 weeks (mg/dl)

GROUP	Total cholesterol	HDL-cholesterol/Total cholesterol	Triglyceride
Normal	9.40 ± 1.34(100)	0.94( 100)	12.40 ± 4.04(100)
Hyperlipidemia	13.75 ± 3.86( 0)	0.82( 0)	27.25 ± 11.95( 0)
Daeryukppong(I)	15.00 ± 6.08( 0)	1.02(>100)	28.00 ± 11.53( 0)
Kuksang 20(II)	12.25 ± 3.20( 34)	0.90( 67)	26.00 ± 12.08( 8)
Subongppong(III)	13.25 ± 0.96( 11)	0.62( 0)	15.75 ± 4.27( 77)
Wild variety(IV)	12.80 ± 4.15( 22)	0.81( 0)	14.60 ± 4.04( 85)
Cataneo(V)	12.40 ± 2.70( 31)	0.97(>100)	20.20 ± 5.72( 47)

Rats were administrated orally and daily for 7 consecutive weeks. Parentheses are percentage of recovery values. Values are mean for three experiments.

용효율의 경우도 55% 수준으로 매우 낮았다(표 1). 1일사료섭취량과 체중증가량 사이에는 일정한 상관관계를 나타내지 않았다.

**3. 혈청 중 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤/총콜레스테롤 및 중성지질함량에 미치는 효과**

고지혈증을 유발시킨 흰쥐의 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤/총콜레스테롤 및 중성지질함량을 측정할 결과는 표 2와 같다. 대조군의 총콜레스테롤 수준은 정상군에 비해 약 1.5배 증가하였고, 대륙뽕 오디 메탄올 추출물 실험군

을 제외한 뽕나무 품종별 메탄올 추출물 실험군의 총콜레스테롤은 정상군의 11~34% 수준으로 회복되었으나 그 효과가 유의적이지는 않았다.

일반적으로 총콜레스테롤 중의 HDL-콜레스테롤이 차지하는 비율을 높임으로써 단순한 고지혈증 억제작용 뿐만 아니라 관상동맥경화증을 비롯한 각종 동맥경화증을 예방할 수 있는 가능성이 있다고 알려져 있는데, 대륙뽕 오디와 카타네오 오디의 메탄올 추출물 실험군은 HDL-콜레스테롤/총콜레스테롤 비가 정상수준으로, 국상20호 오디 메탄올 추출물 실험군은 정상의 67% 수준으로 증가시켰다.

**Table 3.** Serum glutamic oxaloacetic transaminase(GOT), glutamic pyruvic transaminase(GPT) and lactate dehydrogenase(LDH) levels of rats fed the methanol extract from mulberry fruit for 7 weeks (U/l)

GROUP	GOT	GPT	LDH
Normal	55.24 ± 14.54(100)	33.80 ± 8.96( 100)	1648.40 ± 165.92( 100)
Hyperlipidemia	145.68 ± 66.85( 0)	35.00 ± 6.58( 0)	1781.00 ± 449.49( 0)
Daeryukppong(I)	131.00 ± 85.58( 16)	33.67 ± 4.51(>100)	1588.00 ± 265.36(>100)
Kuksang 20(II)	83.80 ± 23.52( 68)	31.25 ± 5.32(>100)	1693.25 ± 201.63( 64)
Subongppong(III)	85.88 ± 26.89( 66)	36.75 ± 4.19( 0)	1902.25 ± 168.50( 0)
Wild variety(IV)	68.12 ± 13.59( 86)	34.20 ± 8.41( 67)	1372.00 ± 440.54(>100)
Cataneo(V)	100.92 ± 51.96( 50)	28.00 ± 1.87(>100)	1552.80 ± 332.24(>100)

Rats were administrated orally and daily for 7 consecutive weeks. Parentheses are percentage of recovery values. Values are mean for three experiments.

또한 중성지질의 함량을 측정해 본 결과, 대조군은 정상군에 비해 2.2배 높게 나타났고, 수봉뽕 오디와 야상오디 메탄을 추출물 실험군은 각각 정상군의 77%, 85% 수준으로 감소되었다.

#### 4. 혈청 중 GOT, GPT 및 LDH의 활성에 미치는 효과

뽕나무 품종별 오디의 메탄을 추출물의 섭취가 흰쥐의 간장기능에 미치는 효과를 알아보기 위하여 혈청 중의 GOT, GPT 및 LDH활성을 측정하였다(표 3). 혈청 중의 GOT, GPT 및 LDH(유산탈수소효소)는 간기능 검사를 하기 위한 효소이다. GOT, GPT는 모두 간세포 속에 함유되어 있는 효소로서 간세포가 깨지거나 간세포막의 투과성이 높아지면 이들 효소는 혈액 속에 유출되어 증가한다. 특히 급성간염, 만성간염, 알코올성 간염 등에서는 그 수치가 증가한다. 반면, LDH는 거의 전조직에 존재하고 있는 효소로서, 주로 심장, 신장, 간장, 폐, 혈액세포, 골격근 등에 존재하며, 심근경색, 폐질환, 백혈병, 악성빈혈, 간염 외 악성 종양의 경우에도 증가한다.

대조군의 GOT 활성은 정상군에 비해 유의적으로 상승하였으나, 뽕나무 품종별 오디 메탄을 추출물을 투여한 실험군들은 GOT의 상승억제효과를 보였다. 즉 야상오디, 국상20호, 수봉뽕, 카타네오 오디의 메탄을 추출물을 투여한 군은 모두 GOT를 감소시켜 각각 정상수준의 86%, 68%, 66%, 50%의 회복효과를 보였다. 그러나 대륙뽕 오디는 16%의 낮은 회복효과를 나타냈다.

GPT와 LDH의 활성에 미치는 효과는 대조군이 정상군에 비해 높게 상승하지 않았기 때문에, 실험군의 효과를 확실하게 판단하기가 어려웠다. 이러한 효과를 직접적으로 확실하게 보기 위해서는 급성 간독성을 유발하여 오디투여함으로써 간독성 해독효과를 구명하는 것이 타당한 방법으로 판단된다.

이상의 결과를 종합해보면, 콜레스테롤을 투여하여 고지혈증을 유발시킨 흰쥐의 지질대사 및 간장기능에 있어 뽕나무 품종별 오디의 메탄을 추출물은 유의적인 효과를 보이지는 않았으나, 야상오디의 메탄을 추출물은 중성지질함량과 GOT활성 억제효과를 나타냈기 때문에 이 품종에 대한 앞으로의 연구 가능성이 있음을 시사한다고 볼 수 있다. 김 등(1999)의 연구에서 야상오디는 타 품종에 비해 혈압을 떨어뜨려주는 성분인 GABA 함량이 월등히 높았다. 이러한 기초연구 결과를 토대로 비교할 때 혈중 중성지방과 GOT를 감소시키는 성분이 일반 다른 품종에 비하여 높은 함량으로 존재할 가능성이 있기 때문에 우선적으로 이에 대한 활성 물질의 구명에 대한 연구가 진행되어야 할 것이다. 즉 본 연구의 야상오디에 대한 가능성으로부터 activity-guided fractionation법에 의하여 분획

물에 대한 활성을 검토해 본다면 보다 진전된 연구결과를 얻을 것으로 사료된다. 더불어 오디를 새로운 기능성 식품 재료로 이용하기 위해서는 생리활성 구명에 대한 연구도 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

## 적 요

뽕나무 품종별(대륙뽕, 국상20호, 수봉뽕, 야상오디, 카타네오) 오디 메탄을 추출물이 흰쥐의 지질대사 및 간장기능에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 콜레스테롤을 투여하여 고지혈증을 유발시킨 흰쥐에 뽕나무 품종별 오디의 메탄을 추출물을 경구투여한 후, 혈청 중의 콜레스테롤, 중성지질함량과 더불어 GOT, GPT, LDH의 활성을 측정하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 냉동건조시킨 오디의 메탄을 추출물 수율은, 대륙뽕 50.9%, 국상20호 62.0%, 수봉뽕 64.6%, 카타네오 49.8% 및 야상오디 43.5%로 수봉뽕 품종이 가장 높았고, 품종간 차이가 비교적 컸다.

2. 야상오디 메탄을 추출물 처리군은 중성지질함량을 감소시켜 정상의 85% 수준까지 회복되었고, 혈청 중 총콜레스테롤 함량은 국상20호 > 카타네오 > 야상오디 > 수봉뽕 오디 메탄을 추출물 처리군 순으로 감소되었으나, 그 효과가 유의적이지는 않았다.

3. 간장 기능에 미치는 효과를 알아보기 위하여 혈청 중의 GOT, GPT 및 LDH 활성을 측정된 결과, 야상오디 메탄을 추출물 처리군은 GOT치를 감소시켜 정상의 86% 수준으로 회복시켰고, 국상20호는 68%, 수봉뽕은 66%, 카타네오는 50% 수준으로 GOT치를 감소시켰다.

## 인용문헌

한국잡사학회(1999) 1999 심포지엄 “뽕잎함유 생체활성성분의 식품이용전망” 자료집.  
 한국식품영양과학회(1999) 1999년 한국식품영양과학회 춘계 산업 심포지움 “술의 영양과 건강” 자료집.  
 김현복·정운영·류강선(1999) 뽕잎 아이스크림의 관능적 특성 및 혈당 상승 억제효과. 韓蠶學誌 41(3) : 129~134.  
 김현복·이완주·김선여·이용기·방혜선(1998) 뽕잎차에 의한 음용수중 Cd와 Pb의 제거효과. 韓蠶學誌 40(1) : 17~22.  
 김현복·방혜선·이희완·석영식·성규병(1999) 뽕나무 품종별 오디의 화학적 특성. 韓蠶學誌 41(3) : 123~128.  
 김선여·이완주·김현복·김애정·김순경(1998) 뽕잎추출물이 콜레스테롤 투여 흰쥐의 혈청지질에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지 27(6) : 1217~1222.  
 金善曠·朴光駿·李杭周(1998) 뽕나무 오디추출물의 抗炎症·抗酸化 작용에 대한 生理活性 檢索. 藥作誌 6(3) : 204~209.  
 김태완·권영배·이장현·양일석·염종경·이희삼·문재유(1996) 오디의 항당뇨 효능에 관한 연구. 韓蠶學誌 38(2) : 100~107.

- 고광출(1994) 뽕나무과실의 과수화와 이용기술연구(I) 뽕나무 과수화 기초연구 농업특정연구개발사업보고서. 농촌진흥청.
- 이희완 · 신동화 · 이완주(1998) 몇 가지 뽕품종에 따른 오디의 형태 및 화학적 성분의 특성. 韓蠶學誌 40(1) : 1~7.
- 박종철 · 최재수 · 최종원(1995) 꾸지뽕나무 잎, 열매, 줄기 및 뿌리의 분획물과 플라보노이드 화합물이 흰쥐의 과산화지질 함량에 미치는 영향. 생약학회지 26(4) : 377~384.
- 朴光駿 · 李龍基(1996) 뽕나무의 倍數性에 따른 오디의 形態 및 品質 特性 差異. 農業論文集 38(1) : 307~317.
- 박광준 · 이용기(1997) 한반도에서 자생하는 뽕나무 3종이 자연교잡된 때의 稔性和 오디의 과실특성. 韓蠶學誌 39(2) : 106~113
- 박세원 · 정이숙 · 고광출(1997) 오디 품종간 안토시아닌 정량분석 및 생리활성 검색. 韓園誌 38(6) : 722~724.