

마가목의 열매 추출물이 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향

정병희 · 이현용 · 이진하 · 김나영* · 이성열** · 최진태*** · 김재현**** · 김종대†

강원대학교 바이오산업공학부, *경희대학교 식품영양학과, **강원도 농업기술원, ***그린존, ****임업연구원

Effect of fruit extracts from *Sorbus commixta* Hedl. on the lipid metabolism in rats

Byung Hee Chung*, Hyeon Yong Lee*, Jin Ha Lee*, Na Young Kim*, Sung Yul Lee**

Jin Tae Choi***, Jae Heun Kim****, Jong Dai Kim†

School of Biotechnology & Bioengineering, Korea Nutrition Institute, Kangwon National University, Chuncheon, 200-701, Korea

*Department of Food and Nutrition, Kyoung Hee University, Seoul 130-701, Korea

***Laboratory Agriculture Products Processing Regional Crop Experiment Station, Kangwondo

****Green Zone Corporation, Seoul, Korea

***Forest Research Institute, Seoul 200-104, Korea

ABSTRACT : This study was carried out to investigate the effect of *Sorbus commixta* Hedl. fruit extracts on the lipid metabolism in rats. Experimental groups were divided into 3 groups; Sprague-dawley rats were fed either diets containing 1% of water extracts(WE group), 1% methanol extracts(MeOH group) and diets without extracts(Control group) during 4 weeks. Food intake, weight gain and liver weight were not shown in meaning full difference among the groups. The concentration of serum triglyceride and total cholesterol were significantly decreased in WE and MeOH group compared to control group. Serum HDL-cholesterol, phospholipids and glucose contents were slightly lower in WE and MeOH group than control group. The levels of liver triglyceride was significantly decreased in MeOH group compared to control group. The levels of total cholesterol and phospholipids in liver were significantly lower in WE and MeOH group than control group.

Key words : *Sorbus commixta* Hedl., Cholesterol, Triglyceride, Phospholipids, Glucose

서 언

최근 들어 국민생활이 향상되고 식습관을 비롯한 생활 습관이 서구화되면서 우리 나라의 질병양상도 크게 바뀌었다. 과거에는 결핵이나 폐렴같은 감염성질환이 주요 사망원인이었으나, 동물성 지방의 과다섭취로 인하여 근래에는 고혈압, 고지혈증, 동맥경화증, 심근경색증 및 뇌혈전증 등과 같은 혈관순환계 질환의 사망률이 증가 추세에 있다. 이와 같은 성인병의 증가에 따라 사망률이 증가하면서, 각종 성인병의 치료와 예방에 관심이 집중되고 있다(Song et al, 1993 ; Kim et al, 1995). 이러한 성인병

질환들은 생체내의 산화 스트레스에 의해서 생성된 생체막 지질과산화물 증가에 의한 대사장애나 생체내 지질대사와도 깊은 관련을 가지고 있다고 보고되고 있다(Plaa & Witschi, 1976 ; Alordmann et al, 1990).

한편, 마가목(*Sorbus commixta* Hedl.)은 장미과의 낙엽활엽수로 소교목에 속하며 대부분 높은 고산지에서 자생한다. 100년까지 살 수 있다고 하며 북아프리카, 유럽, 아시아 일부에 자생된다.

마가목 잎은 우상복엽으로 한 개의 잎에는 9-13개의 피침형소엽이 붙어 있다. 열매는 품종에 따라 다르지만 보통 붉은색을 띠며, 가을이 되면 대부분 산새들의 먹이

† Corresponding author(phone) : 033-250-6456, E-mail : jongdai@kangwon.ac.kr

Received 28 April 2003 / Accepted 5 June 2003

가 되어 종자가 퍼지게 된다. 수피는 은회색이며 가지는 회색이고, 목재는 단단해서 불에 잘 타지 않는다고 하여 예로부터 조각재로 많이 쓰였다. 꽃은 5-6월에 새하얗게 피어나며 총생한다. 서양에서는 가로수와 정원수로 이용하며 탄닌, 사과산, 구연산, 카로티노이드 성분이 풍부(Borisov & Zhuravlev, 1965)하여 잼이나 술을 만들어 감기와 위장약으로 활용하고, 잎은 양의 사료로 사용하고 있다. 마가목의 가지를 말린 후 달여 마시는 마가목차는 관절염과 성인병에, 열매로 만든 마가목 술은 생식기 질환과 이질, 설사병, 대장이나 위장질환에 좋은 것으로 알려져 있다. 예로부터 국내에서는 장장보호, 기관지염, 동맥경화, 방광염, 보혈, 설사, 양모, 위염, 진해, 폐결핵, 해수 등에 한약재로서 사용되어 왔다(Kim, 1998). 마가목에 대한 연구로는 마가목 열매의 sorbic acid(Kim et al, 1972)에 대한 연구, 마가목 분획의 지질대사에 대한 연구(Lim et al, 2000)가 진행되었으며, 마가목의 항암활성에 대한 연구도 이 등(Lee et al, 2002)에 의해 보고되었다. 그러나 마가목에 대한 체계적 연구는 아직 이루어지지 않고 있는 실정으로, 본 실험에서는 장미과에 속하는 마가목의 열매 추출물이 흰쥐의 지질대사에 어떠한 영향을 미치는지 검토하여 보았다.

재료 및 방법

1. 재료

마가목(*Sorbus commixta* Hedl.)은 강원도 농업기술원 태백 고원 농업시험장에서 제공받아 실험에 사용하였다.

2. 마가목 열매의 물과 메탄올 추출물의 조제

마가목 열매를 채취한 뒤 깨끗이 손질하고 분쇄한 뒤 각각 10배의 물과 70% methanol을 용매로 환류냉각기를 가지고 80℃에서 6시간씩 3회 반복 추출하였다. 추출물은 감압여과장치로 여과하고 evaporator를 이용하여 농축을 실시하였다. 농축액은 동결건조 후 분말로 만들어 시료로 사용하였다.

3. 실험동물 및 군 배정

마가목의 열매 추출물이 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향을 알아보기 위해 Sprague-Dawley(S.D.)계 웅성 rat로 3주령된 26마리를 대한실험동물센터에서 구입하였다. 난괴법(randomized complete block design)에 의해 정상식이군, 물추출물군, 메탄올추출물군으로 군당 8마리씩 분류하여 1주일간 일반 사육용 사료로 예비 사육하여 환경에 적응시킨 후, 4주간 해당 식이(Table 1)로 사육하였다.

사육장 내의 온도는 23±2℃를 유지하였으며 12시간

간격으로 점등과 소등을 실시하였고 습도, 환기, 조도를 자동으로 조절하였다. 식이는 자유식이를 행하였고, 사료 섭취량 및 체중 증가량은 매 2일마다 일정한 시간에 측정하였다.

Table 1. Composition of experimental diets

Ingredients (%)	CON ¹⁾	WE ²⁾	MeOH ³⁾
Casein	20.0	20.0	20.0
Corn oil	5.0	5.0	5.0
Cholesterol	0.5	0.5	0.5
Corn starch	15.0	15.0	15.0
Cellulose	5.0	5.0	5.0
Mineral mix (AIN-76)	3.5	3.5	3.5
Vitamin mix (AIN-76)	1.0	1.0	1.0
Methionine	0.3	0.3	0.3
Choline bitartrate	0.2	0.2	0.2
Sucrose	49.5	48.5	48.5
WE extract	-	1	-
MeOH extract	-	-	1

¹⁾CON : Control group

²⁾WE : Group were fed with water extract of *Sorbus commixta* Hedl.

³⁾MeOH : Group were fed with methanol extract of *Sorbus commixta* Hedl.

4. 실험동물 식이의 조제

마가목 열매 추출물을 농축하여 동결건조한 후 American Institute of Nutrition(AIN, 1977)에서 권장한 식이 조성에 마가목 열매의 물과 메탄올추출물을 Table 1과 같이 식이 조성에 1% 수준으로 혼합하여 조제하였다.

5. 혈액 분변 및 조직의 채취

담즙산 측정을 위하여 실험 종료 2일전에 대사 cage에서 2일간 분변을 수집하여 동결건조 한 후, 그 분말을 담즙산 분석을 위한 시료로 사용하였다. 사육기간 완료 후, 12시간동안 절식시켜 단두 도살하여 혈액은 채취하였고, 채취한 혈액은 30분간 실온방치 후 700×g(3,000rpm)에서 15분간 원심분리하여 상등액(혈청)을 분리하였다. 간장은 채혈 후 즉시 적출하여 차가운 생리식염수(0.89% NaCl)로 여러번 세척하고 조직내 혈액 및 수분을 제거하고 중량을 측정하였다. 혈청 분변 및 간장 시료는 -70℃의 deep freezer에서 보관하여 차후 실험에 사용하였다.

6. 혈청 중의 지질함량과 glucose 함량 측정

혈청 중의 triglyceride, total cholesterol 및 HDL -

cholesterol, phospholipids 그리고 glucose 함량은 각각의 측정용 kit(신양화학약품주식회사)를 사용하여 분석하였다.

7. 간장 중의 지질함량 분석

간장 중 지질함량은 Folch법(Folch et al, 1957)에 따라 추출·정제한 후 triglyceride는 Fletcher법(Fletcher, 1968)에 의해, total cholesterol 분석 및 HDL-cholesterol 분석은 Sperry법(Sperry & Webb, 1950), phospholipids는 Rouser법(Rouser et al, 1966)에 의해 각각 비색 정량하였다.

8. 분변중의 담즙산 분석

분변중의 담즙산 함량은 Roeolf 등(1985)의 방법에 따라 담즙산을 추출한 후, Bile acids diagnostic kits(Sigma kit. No 450, 미국)를 사용하여 효소법에 의해 측정하였다.

9. 통계처리

실험 후 각 처리군별 실험 결과는 Super ANOVA (Analysis of variance) program을 이용하여 평균(mean)과 표준오차(standard error, S.E.)로 제시하였다. 각 처리군간의 통계적 유의성을 검증하기 위하여 ANOVA 검증을 실시하였으며, 유의성이 발견된 경우 Duncan's new multiple range test로 p<0.05 수준에서 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 체중증가량 및 식이섭취량

마가목 열매의 물과 메탄올 추출물을 식이에 1% 수준으로 첨가한 후, 대조군과 함께 개별 사육 cage에서 4주간 해당 식이로 사육한 후 성장률을 측정한 결과 Table 2와 같다.

Table 2. Growth parameters and liver weights in rats

Dietary groups	Initial body weight(g)	Weight gain (g/4weeks)	Feed intake (g/day)	Liver Weight (g/100gB.W.)
CON ¹⁾	88.2±2.85	187.7±17.1	24.7±1.57	4.03±0.27
WE ²⁾	85.8±4.05	197.7±11.6	25.3±1.96	3.66±0.12
MeOH ³⁾	90.5±2.92	188.5±6.30	23.9±1.53	3.59±0.09

*Mean±S.E.(n=8)

¹⁾CON : Control group

²⁾WE : Group were fed with water extract of *Sorbus Commixta* Hedl.

³⁾MeOH : Group were fed with methanol extract of *Sorbus Commixta* Hedl.

체중증가량의 경우, 대조군(187.7±17.1)에 비해 메탄올추출물군(188.5±6.30)이나 물추출물군(197.7±11.6). 모두 유의적인 차이를 보이지 않았다. 식이섭취량과 간장의 무게도 각 군간에 유의적인 차이가 나타나지 않아, 마가목 열매 추출물의 급여는 동물의 성장에 큰 장애를 나타내지 않는 것으로 사료되었다.

2. 혈청 중의 지질함량과 glucose 함량 측정 결과

혈청 중의 triglyceride, total cholesterol 및 HDL-cholesterol, phospholipids을 측정된 결과 Table 3과 같다.

Table 3. Concentration of serum lipids and glucose in rat fed experimental diets (mg/dl)

	CON	WE	MeOH
Triglyceride	77.8±2.41 ^a	53.7±1.71 ^b	54.6±2.41 ^b
Total cholesterol	108.6±5.52 ^a	85.2±3.54 ^b	84.3±7.88 ^b
HDL-cholesterol	32.3±3.51	41.1±5.78	34.7±3.59
Phospholipid	101.2±10.03	103.5±5.8	102.2±7.36
Glucose	138.9±8.21	105.6±8.61	122.2±2.25

*Mean ± S.E. of 8 rats.

^{a,b}Values significantly different compared to control(p<0.01).

혈청중의 triglyceride 함량의 경우 대조군은 77.8±2.41을 보여 마가목 열매의 물추출물군의 53.7±1.71과 메탄올추출물군의 54.6±2.41에 비해 유의적으로 감소하는 것을 알 수 있었다.

Total cholesterol을 측정된 결과, 물추출물군은 85.2±3.54, 메탄올추출물군은 84.3±7.88으로 정상 식이를 급여한 대조군의 108.6±5.52에 비해 유의적으로 낮은 결과를 보였다. 이와 같은 결과는 마가목의 BuOH 분획이 cholesterol을 감소시켰다는 보고와도 유사한 결과를 보이고 있다(Lim et al, 2000). HDL-cholesterol이나 phospholipids 함량의 경우, 대조군과 비교해서 물추출물군과 메탄올 추출물군이 약간 증가하였지만 각 군간의 통계적인 유의성은 나타나지 않았다.

혈청중의 glucose 함량은 물추출물군과 메탄올 추출물군 모두 약간 감소하는 경향을 보였으나 통계적인 유의성은 없었다.

3. 간장 중의 지질함량 측정 결과

간장 중의 triglyceride와 total cholesterol, phospholipids을 가지고 측정된 결과는 Table 4와 같다.

간장 중 triglyceride 함량은 대조군(64.0±3.35)에 비해 마가목 열매의 메탄올추출물군(56.4±1.43)이 유의적으

로 낮아졌고, 물추출물군의 경우(57.4 ± 1.21)는 대조군에 비해 감소하는 경향을 나타냈으나 통계적인 유의성은 없었다. Total cholesterol 함량의 경우 대조군(6.51 ± 0.21)과 비교해서 물추출물군(5.27 ± 0.15)과 메탄올추출물군(5.36 ± 0.14) 모두 유의적으로 낮았으나, phospholipids 함량은 물추출물군(37.0 ± 1.23)과 메탄올추출물군(34.2 ± 1.27) 모두 대조군(32.8 ± 1.29)에 비해 유의적으로 증가하였다.

Table 4. Concentration of liver lipids in rat fed experimental diets

	(mg/g liver)		
	CON	WE	MeOH
Triglyceride	64.0 ± 3.35^a	57.4 ± 1.21	56.4 ± 1.43^b
Total cholesterol	6.51 ± 0.21^a	5.27 ± 0.15^b	5.36 ± 0.14^b
Phospholipids	32.8 ± 1.29^a	37.0 ± 1.23^b	34.2 ± 1.27^b

*Mean \pm S.E. of 8 rats.

^{a,b}Values significantly different compared to control($p < 0.01$).

4. 분변량 및 분변중의 담즙산 함량

각각의 해당식이를 급여 후 쥐의 분변량을 조사한 결과, Table 5와 같이 분변량은 마가목 추출물 급여군이 약간 높은 경향을 보였으나 각 군간에 유의적인 차이가 없었다. 그러나 분변중의 담즙산 배설 함량은 대조군(8.56 ± 0.56)에 비해, 마가목 열매의 물추출물군(11.20 ± 0.71)과 메탄올추출물군(10.57 ± 0.61) 모두 유의적으로 높았다.

Table 5. Fecal weight and fecal bile acid excretion in rats fed experimental diets

Dietary groups	Fecal weight (g/day)	Bile acid (μ moles/day)
CON	3.56 ± 0.21	8.56 ± 0.56^a
WE	3.80 ± 0.31	11.20 ± 0.71^b
MeOH	3.72 ± 0.27	10.57 ± 0.61^b

*Mean \pm S.E.(n=8)

^{a,b}Values in the same column with different superscript letters are significantly different($p < 0.05$).

이상에서와 같이, 쥐에 마가목 열매 추출물의 급여는 혈청과 간장 중의 콜레스테롤과 중성지질 함량 감소효과뿐만 아니라 분변중의 담즙산 배설 촉진효과를 나타내고 있어, 마가목 열매 추출물이 건강기능성 식품소재의 이용 가능성이 있음을 확인 할 수 있었다.

요 약

Sprague-Dawley rats에 동결건조한 마가목 열매의 물과 메탄올 추출물을 식이에 1% 수준으로 첨가하여 4주간 사육한 결과, 성장률과 식이섭취량에 있어서 각 군간에 유의적인 차이는 보이지 않았다. 혈청 중의 total cholesterol과 triglyceride 함량은 대조군에 비해, 마가목 열매의 물과 메탄올 추출물군 모두 유의적으로 감소하였다. HDL-cholesterol과 phospholipids 및 glucose는 각 군간에 유의적인 차이가 없었다. 간장 중의 triglyceride 함량을 측정된 결과, 대조군에 비해 메탄올추출물군이 유의적으로 감소하였으나 물추출물군은 통계적인 유의성이 없었다. 간장 중의 total cholesterol 함량을 측정된 결과, 물추출물군과 메탄올추출물군이 대조군에 비해 유의적으로 낮았으나 phospholipids 함량은 물추출물군과 메탄올추출물군이 대조군에 비해 약간 증가하였다. 분변량은 각 군간에 유의적인 차이가 없었으나, 담즙산 배설은 물추출물군과 메탄올추출물군이 대조군에 비해 유의적으로 높았다.

사 사

본 논문은 농림기술 개발사업(과제번호:200073) 연구비 지원에 의하여 이루어진 결과의 일부이며 이에 감사 드립니다.

LITERATURE CITED

- Alordmann R, Ribierre C, Rouach H (1990) Ethanol induced Alcohol. 25:231-237
- American Institute of Nutrition (1977) Report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc Committee on standards for nutritional studies. J. Nutr., 107:1340
- Borisov MI, Zhuravlev NS (1965) Flavonoids of the flowers of *Sorbus aucuparia* L. Farmatsevtichnyi Zhurnal. 20(3):50-52
- Fletcher MJ (1968) A colorimetric method for estimating serum triglycerides. Clin. Chim. Acta., 22:393
- Folch J, Lees M, Sloane-Stanley GH (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem., 226:497
- Kim BN, Kim JD, Ham SS, Choi YS, Lee SY (1995) Effects of spice added Natto supplementation on the lipid metabolism in rats. J.Korean Soc, Food Nutr., 24:121
- Kim HW (1998) Screening of antioxidants from *Sorbus commixta* Hedund and determination of its antioxidant activity. Kon-Kuk University.
- Lee MK, Lee HY, Lee JH, Oh JS, Kim JD (2002) Anticancer effect of *Sorbus commixta* Hedl. extracts. Korean J. Medicinal Crop Sci., 10(5):403-408

- Lee SM, Kim CE, Joe YI, Tahk HK (1972) Isolation of sorbic acid from the mountain ash berries. Korean J. Food Sci. Technology, 4(1):1-5
- Lim BU, Park DK, Shin HM, Kim SH (2000) Effects of BuOH fractions isolated from *Scutellaria baicalensis*, *Eugenia aromaticz*, *Sorbus commixta*, *Betula mandshrica* on anticody productivity, metabolism of unsaturated fatty acid and lipid hydroperoxides. Korean J. Oriental Medical Pathology, 14(1):171-182
- Plaa GL, Witschi H (1976) Chemicals, drugs and lipid peroxidation. Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol. 16:125-131
- Roelof DM, Hielke DV, Jan FC (1985) t-Butanol extraction of feces : A rapid procedure for enzyme determination of fecal bile acids. Cholesterol metabolism in health and disease, 1:113
- Rouser G, Siakotos AN, Fleisher S (1966) Quantitative analysis of phosphorus analysis of sopts. Lipids, 1:85
- Song YM, Tak YJ (1993) Factors related to serum total cholesterol. J. Korean Acad. Fam Med., 13(12):935-942
- Sperry WM and Webb M (1950) A revision of the Schoenheimer-Sperry method of cholesterol determination. J. Biol. Chem., 187:97