pISSN 1225-4339 eISSN 2287-4992
Korean J. Food Nutr. Vol. 29. No. 3, 307~312 (2016)
http://dx.doi.org/10.9799/ksfan.2016.29.3.307

THE KOREAN JOURNAL OF
한국식품영양학회지
FOOD AND NUTRITION

산겨릅나무 추출물을 이용한 비알콜성 지방간 개선 효과

서윤희[*,**] · 이상화[***] · †황형서[****] · †최수영[*]
[*]충북대학교 생물학과, [**](주)이비오, [***]서원대학교 친환경바이오소재 및 식품센터,
[****]세명대학교 한방바이오융합과학부

Effects of Non-Alcoholic Fatty Liver in Rats by *Acer tagmentosum* Maxim. Extract

Yoonhee Seo[*,**], Sang-Hwa Lee[***], †Hyung Seo Hwang[****] and †Soo Young Choe[*]
[*]*Dept. of Biology, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea*
[**]*EBO Co. Ltd., Cheongju 28116, Korea*
[***]*Bio Organic Material & Food Center, Seowon University, Cheongju 28674, Korea*
[****]*Dept. of Integrated Oriental Medical Bioscience, Semyung University, Jecheon 27136, Korea*

Abstract

This study was performed to investigate the effects of *Acer tegmentosum* Maxim. extract (ATE) on non-alcoholic fatty liver in Sprague Dawley (SD) rats. During oral administration of ATE, non-alcoholic fatty liver was induced by treatment with DL-ethionine. The lipid, total cholesterol (T-CHO) and malondialdehyde (MDA) in the liver tissue of ATE-fed rats showed lower levels, as compared to ATE-unfed rats. In ATE-fed rats, the serum levels of alanine aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (AST) and γ-glutamyl transferase (GGT) were lower than the case of ATE-unfed rats. Oil red staining of the liver showed that the lipid deposits were decreased by feeding ATE. These results strongly indicated that ATE has positive effects of protection against non-alcoholic fatty liver formation.

Key words: *Acer tegmentosum* Maxim. extract (ATE), non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD), DL-ethionine

서 론

간(liver)은 생체 내 여러 가지 정화 및 해독기능을 수행하는 필수 장기이다. 그러나 최근 현대인의 식습관과 풍요로운 생활 등으로 인해 지방간(fatty liver), 간염(hepatitis), 간암(liver cancer) 등 간질환의 유병률이 증가되고 있다. 특히 지방간 환자의 비율 증가가 급속도로 증가되고 있어 이에 대한 관심이 증가되는 추세이다. 지방간이란 통상적으로 정상적인 간에 지방이 과다하게 축적되어 간세포 내 세포질의 중성지방 입자 비율이 약 5% 이상을 차지할 때를 일컫는 병이다. 지방간은 질환으로 유도되는 원인과 발생기전에 따라 크게 알콜성(과도한 음주) 및 비알콜성으로 구분되며, 알콜성 지방간(alcoholic fatty liver)은 과도한 알콜 섭취가 가장 중요한 원인으로 알려진다.

그러나 본 연구에서 주목한 비알콜성 지방간(non-alcoholic fatty liver disease, NAFLD)은 만성간질환 중 가장 흔한 질환으로 알콜 이외의 다양한 원인에 의해 발병된다고 알려진다. 특히 비알콜성 지방간 질환은 제2형 당뇨병, 비만, 대사증후군 등과 밀접한 관련이 있으며, 향후 지방간염 단계를 거쳐 간경변으로 진행하는 것으로 알려져 있다(Chalasani 등 2012). 이는 간 내에 중성지방이 매우 과다하게 축적되어 단순 지방증(steatosis)에서 지방간염(steatohepatitis)으로 진행되는 것으

† Co-corresponding author: Soo Young Choe, Dept. of Biology, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea. Tel: +82-43-261-2297, Fax: +82-43-260-2298, E-mail: schoe@chungbuk.ac.kr
Hyung Seo Hwang, Dept. of Integrated Oriental Medical Bioscience, Semyung University, Jecheon 27136, Korea. Tel: +82-43-649-1618, Fax: +82-43-649-1730, E-mail: hshwang@semyung.ac.kr

로 예상하고 있다. 비알콜성 지방간은 주로 고지방식이 및 탄수화물, 당의 과잉 섭취 등으로 유발된다고 이해해 가볍게 간과하고 지나칠 수도 있으나, 세계적으로 지방간의 유병률은 계속 증가하고 있다. 또한 현재까지 증상을 완화시킬 마땅한 치료제, 보조제가 없어 금주, 운동, 체중조절 등의 권고 중심의 치료가 이루어지고 있는 실정이다. 특히 비알콜성 지방간의 경우, 초기 증상이 나타나지 않고 현재 증상을 완화시키거나, 완치할 수 있는 직접적인 치료제가 없다. 이를 방치할 경우, 향후 다양한 합병증으로 이어질 수도 있기 때문에, 초기 단계에서부터 적절한 식의약적 예방 및 치료법이 필요하다고 볼 수 있다.

최근 보고에 따르면 비알콜성 지방간염 환자들이 지방간염으로 진행하고 간경변이 발생한 환자 중 약 4~27%가 간암으로 진행하여 향후 심장질환으로 사망할 확률이 높아진다고 알려져 있다(Argo & Caldwell 2009; Starley 등 2010). 비알콜성 지방간질환 환자들은 건강한 대조군과 비교하여 사망률이 높으며, 가장 높은 사망 원인은 심혈관 질환이다(Adams 등 2005; Ekstedt 등 2006; Rafiq 등 2009; Stepanova 등 2010).

이에 지방간 치료제 및 건강을 개선하는 기능식품 개발 등의 필요성이 커지고 있는 만큼 본 연구에서는 예로부터 간질환에 효과가 있다고 알려진 산겨릅나무(*Acer tegmentosum* Maxim.)를 통한 비알콜성 지방간 치료 효과 연구를 수행하였다. 산겨릅나무는 단풍나무과 식물로서 벌나무, 산청목, 봉목, 청해척으로도 부르며, 나무 주변으로 벌이 많이 모여드는 것을 보고 봉목이라 부른다. 예로부터 산청목은 여러 가지 임상 사례 결과 등에서 간질환 치료 작용이 있는 것으로 확인되어 왔다. 특히 간질환 및 백혈병 등에 대한 전통 처방으로도 사용될 만큼 효능에 대한 부분은 많이 알려져 왔으며, 최근 들어 항산화 효과, 간기능 보호, 암세포 성장 억제, 간염 바이러스를 포함하는 병원성 미생물 저해, 이뇨작용, 파골세포 분화 억제, 항염증 등에도 효과가 있는 것으로 알려지고 있다(Park 등 2006; Tung 등 2008; Yu 등 2010; Ha 등 2014; Kim 등 2015). 또한 최근 산겨릅나무에서 salidroside, tyrosol, quercetin, (+)-catechin 등이 분리되었으며, 항산화, 항염 효과가 있는 것이 보고되었다(Yoo 등 2009; Kim 등 2012; Lee 등 2014).

본 연구에서는 산겨릅나무 추출물이 비알코올성 지방간 개선 효과에 미치는 영향을 조사하기 위해 암컷 SD(Sprague dawley) rat에 추출물을 경구 투여하여 간 조직과 혈액 내 지질성분의 함량의 변화를 측정하였다.

재료 및 방법

1. 산겨릅나무 추출물 제조

산겨릅나무 가지 및 목질 부분을 세절하여 10배의 증류수를 첨가하여 90℃에서 12시간 추출한 후 필터 여과하였다. 여액은 감압농축기를 이용하여 농축한 후 사용하였다.

2. 시험동물

5주령의 암컷 SD rat 30마리를 (주)대한바이오링크(Eumseong, Korea)로부터 공급받아 1주일간 동물실에서 순화시킨 후 평균 체중이 유사하도록 군당 6마리씩 분리하였다. 시험군은 용매대조군(Normal), 지방간 유도군(Control) 및 산겨릅나무 추출물을 30, 60, 120 mg/kg 투여군으로 구성하고, 용매대조군 및 산겨릅나무 추출물 투여군은 매일 1회씩 4일간 경구 투여하였다. 산겨릅나무 추출물 투여 4일째 DL- Ethionine(Sigma-aldrich Co., St Louis, MO, USA)을 생리식염수(2%, w/v)에 녹여 200 mg/kg씩 경구 투여하고, 24시간 후 에테르로 마취하여 복대 대동맥에서 혈액을 채취하였다. 채취한 혈액은 4℃에서 3,000 rpm으로 15분간 원심분리하여 혈청을 분리한 후 분석 시까지 −70℃에 보관하며 사용하였다. 간은 생리식염수에 세척한 후 물기를 제거하고, 액체질소에 급속 냉각하여 분석 시까지 −70℃에 보관하며 사용하였다.

3. 간지질 분석

얼린 간 조직을 세절하여 1.15% KCl 용액 10%(w/v)에 넣고 균질기(TissuRuptor, QIAGEN, Hilden, North Rhine-Westphalia, Germany)로 균질화한 후 원심분리하여 상층액을 채취, 이를 분석에 사용하였다. 간의 총 지질량 측정은 Frings 등(1972)의 방법을 따랐다. 황산을 첨가하여 끓는 물에 10분간 가온한 후 이어 얼음물에 냉각시키고, phospho-vanillin(Sigma-aldrich Co., St Louis, MO, USA) 용액을 가한 후, 37℃에서 15분간 반응시킨 다음 다시 상온에서 5분간 냉각하였다. 흡광광도계(UV-2450, SHIMADZU, Kyoto, Japan)를 이용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하였다. Olive oil(Sigma-aldrich Co., St Louis, MO, USA)을 표준용액으로 사용하여 지질의 양을 정량하였다. 총콜레스테롤 및 중성지방 정량은 Cleantech TG-S(Asan Pharm. Co., Seoul, Korea)와 아산셋트 총 콜레스테롤 측정용 시액(Asan Pharm. Co., Seoul, Korea)을 이용하여 측정하였다.

4. 혈액 생화학 검사

혈액 생화학 검사는 혈청자동분석기(Hitachi 7060, Tokyo, Japan)를 활용하여, alanine aminotransferase(ALT), aspartate aminotransferase (AST), γ-glutamyl transferase(GGT), 중성지방(triglycerides, TG)을 각각 측정하였다.

5. 간 조직 중 peroxidase 함량 측정

간 조직에 1.15% KCl 용액을 넣고, 균질기(QIAGEN, Hilden, North Rhine-Westphalia, Germany)로 균질화한 후 원심분리하

여 상등액에 8.1% SDS(Sigma-aldrich Co., St Louis, MO, USA) 용액, 0.8% thiobarbituric acid(Sigma-aldrich Co., St Louis, MO, USA), 20% acetic acid(Sigma-aldrich Co., St Louis, MO, USA) 첨가하고, 95℃ waterbath에서 60분간 가온하였다. n-Butanol을 첨가하여 원심분리 후 butanol 층을 분리하고, 흡광광도계(UV- 2450, SHIMADZU, Kyoto, Japan)를 이용하여 532 nm에서 흡광도를 측정하였다. 간 조직 1 g당 malondialdehyde의 μmol 수로 나타내었다.

6. 간 조직내 지방 염색

얼린 조직을 8~10 μm로 잘라 슬라이드글라스 위에 부착하여 Oil red O(Sigma-aldrich Co., St Louis, MO, USA)를 이용하여 지질을 염색하였다. 핵을 관찰하기 위하여 haematoxylin (Sigma-aldrich Co., St Louis, MO, USA)으로 추가 염색하고 glycerine jelly로 봉입하여 현미경(CKX41, Olympus, Tokyo, Japan)으로 관찰하였다.

7. 통계분석

모든 실험 자료들은 평균과 표준편차 값으로 각각 나타내었으며, SPSS 12.0(SPSS INC., Chicago, IL, USA)을 통해 통계해석을 진행하였다. 또한 One-way analysis of variation(ANOVA)를 실시, 유의성 관찰 시 대조군과 유의차가 있는 시험군 확인을 위해 Dunnett's *t*-test 다중검정을 실시하였다(유의수준 양측 5%).

결과 및 고찰

1. 비알콜성 지방간 동물 모델의 체중 변화에 대한 연구

산겨릅나무 추출물의 비알콜성 지방간 개선 효과를 규명하기 위해 먼저 투여 기간 동안 실험동물의 체중 변화를 관찰하였다. Table 1에서는 용매대조군(Normal), 지방간 유도군(Control) 및 산겨릅나무 추출물을 30, 60, 120 mg/kg 투여군 암컷 SD rat의 체중 변화를 보여주고 있다. 용매대조군(Normal)군, 산겨릅나무 30 mg/kg(ATE30), 60 mg/kg(ATE60), 120 mg/kg (ATE120)에서의 체중 변화는 용매대조군(Normal)과 비교하여 모든 군에서 통계적인 유의성이 없었다.

Table 1. Effect on body and liver weight by *Acer tegmentosum* Maxim. extract (ATE)

Group[1)]	Body weight(g)	Liver weight(g)	Liver index
Normal	142.1±5.1[NS,2)]	4.9±0.3[*3)]	3.5±0.3[*]
Control	141.3±5.9	5.6±0.3	4.0±0.0
ATE30	138.0±2.9	5.4±0.1	3.9±0.1
ATE60	140.3±4.9	5.3±0.4	3.8±0.2[*]
ATE120	141.3±6.6	5.6±0.3	3.9±0.1

Values represent the mean±S.D., n=6,

1) Normal: vehicle, Control: DL-ethionene treated group, ATE30: *Acer tegmentosum* Maxim. extract 30 mg/kg, ATE60: *Acer tegmentosum* Maxim. extract 60 mg/kg, ATE120: *Acer tegmentosum* Maxim. extract 120 mg/kg

2) NS: not significant

3) *: Significant difference from control by Dunnett's *t*-test: $^{*}p<0.05$.

2. 산겨릅 추출물의 비알콜성 지방간 간지질 억제효과 연구

본 연구에서는 산겨릅나무 추출물의 비알콜성 지방간 개선 효과를 규명하기 위해 간 내 존재하는 지질 총량 및 콜레스테롤, 중성지방의 양을 측정하였다. 6주령의 암컷 SD rat에 산겨릅나무 추출물을 매일 1회 4일간 경구 투여한 후, 4일째 DL-ethionine을 200 mg/kg씩 경구 투여하여 비알콜성 지방간을 유도하였다. 시험동물의 간 조직을 마쇄하여 지질 성분을 분석한 결과, 비알콜성 지방간 유발군(Control)의 간 조직에서 측정한 총 지질량이 용매대조군(Normal)에 비해 2배 이상 증가한 것을 확인하였다. 반면, 산겨릅나무 추출물 60, 120 mg/kg 투여군에서는 지방간 유발군(Control) 대비 총 지질량이 감소된 것을 확인할 수 있었다(Fig. 1A). 총 콜레스테롤 또한 총 지질량 변화 패턴과 유사하게 시험물질 투여군에서 감소되는 것을 확인하였다(Fig. 1B). 반면, 비알콜성 지방간 모

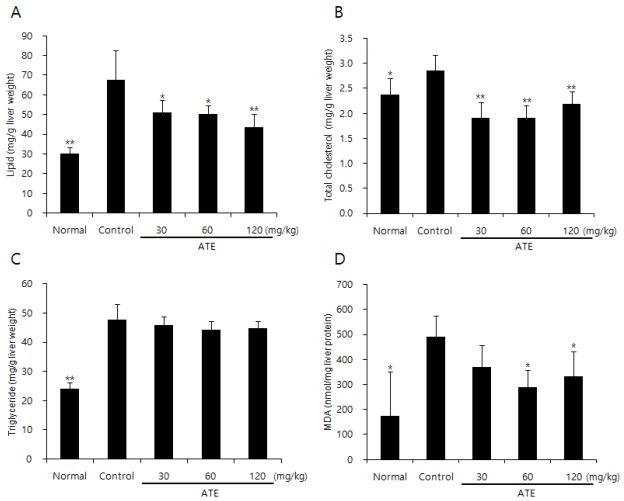

Fig. 1. Effect of *Acer tegmentosum* Maxim. extract on the liver lipid in NAFLD. (A) Change of total lipid amount in the treatment of *Acer tegmentosum* Maxim. extract each 30, 60, 120 mg/kg and each show total amount of (B) T-CHO (total cholesterol), (C) TG (triglyceride), (D) MDA (malondialdehyde). Values represent the mean±S.D., n=6, Significant difference from control by Dunnett's *t*-test: $^{*}p<0.05$, $^{**}p<0.01$

델에서 DL-ethionine 투여로 증가된 중성지방의 함량 감소 효과는 거의 관찰되지 않았다(Fig. 1C). 또한 산겨릅나무 추출물의 지질과산화 효과를 확인하고자 지질과산화 산물인 malondialdehyde(MDA)의 양을 정량하였는데, 비알콜성 지방간 유발군(Control)의 MDA는 용매대조군(Normal)에 비해 2배 이상 증가된 반면, 산겨릅나무 추출물 60, 120 mg/kg 투여군에서 지방간 유발군(Control)에 비해 통계적으로 유의하게 감소하였다(Fig. 1D). 이러한 결과로 볼 때 산겨릅나무 추출물이 DL-ethionine으로 유도되는 지방의 침착을 억제하는데 효과가 있을 것이라 생각된다.

3. 산겨릅나무 추출물의 혈액 내 생화학 지표 분석

간 조직 내 지질성분의 함량 저하에 산겨릅나무 추출물이 효과를 보여 본 연구에서는 혈액 내 지질성분의 변화에 영향을 주는지 확인하고자 비알콜성 지방간이 유도된 시험동물의 혈액을 채취하여 지질성분의 변화를 측정하였다. 비알콜성 지방간 유도군(Control)의 혈액 내 중성지방 양은 용매대조군(Normal)에 비해 1.6배 증가하였고, 산겨릅나무 추출물을 투여한 군에서 농도 의존적으로 감소하였으며, 특히 120 mg/kg 투여군에서 통계적으로 유의하게 감소하였다(Fig. 2A). Fig. 1에서 DL-ethionine으로 유도된 간 내 중성지방은 산겨릅나무 추출물 투여해도 감소하지 않았지만 혈액 내 중성 지방은 감소하는 결과를 보였다.

또한 간의 염증이 발생하였을 때 증가하는 AST, ALT, GGT는 비알콜성 지방간이 유도된 유발군(Control)에서 용매대조군(Normal) 보다 증가하였으며, 산겨릅나무 추출물 투여군에서 모두 유의하게 감소하였다(Fig. 2B, 2C, 2D). 이는 Fig. 1에서 이미 확인한 산겨릅나무 추출물의 간지질 감소 효과뿐 아니라, 간염 예방에도 효과가 있는 것으로 생각된다.

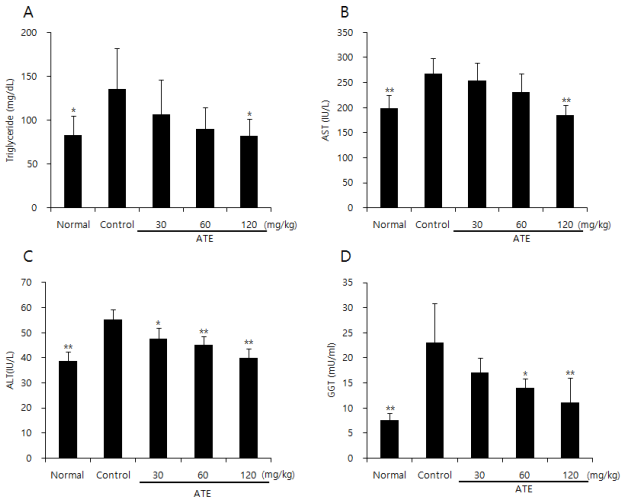

Fig. 2. Effect of *Acer tegmentosum* Maxim. extract on the liver blood enzymes in NAFLD. (A) TG (triglyceride) in blood was detected in the treatment of *Acer tegmentosum* Maxim. extract each 30, 60, 120 mg/kg in NAFLD. Each show total amount (B) Aspartate aminotransferase (AST) (C) Alanine aminotransferase (ALT), (D) Gamma-glutamyl transpeptidase (GGT). Values represent the mean±S.D., n=6, Significant difference from control by Dunnett's *t*-test: $^{*}p<0.05$, $^{**}p<0.01$

4. 산겨릅나무 추출물로 인한 조직 변화 관찰

산겨릅나무 추출물이 DL-ethionine을 투여한 비알콜성 지방간 시험동물의 간에서 지질 침착을 저해하는지 확인하기 위해 간 조직을 oil red로 염색하였다(Fig. 3). Oil red는 지방을 붉은색으로 염색하여 지방이 많을수록 붉게 관찰되는데, DL-ethionine을 투여한 비알콜성 지방간 유발군(Control)의 간 조직은 용매대조군(Normal)에 비하여 매우 붉은색으로 염색되어 DL-ethionine으로 인한 지질의 침착을 확인할 수 있었다. 그러나 산겨릅나무 추출물을 투여한 군에서 지방간 유발군(Control)에 비해 지방 침착을 의미하는 붉은색이 사라졌으며, 투여 농도가 높아질수록 붉은색은 감소하는 것으로 보아, 산겨릅나무 추출물은 간 조직의 지질 침착을 억제하는 효과가 있을 것으로 생각된다.

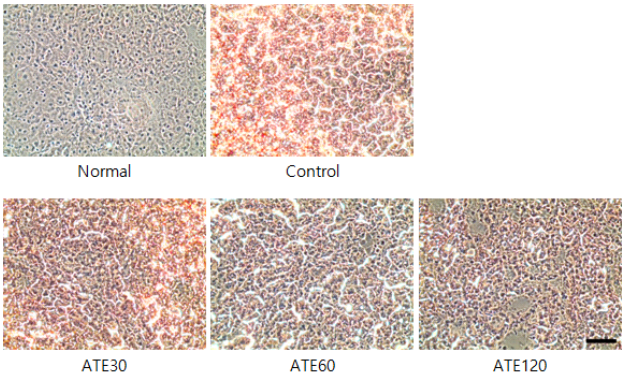

Fig. 3. Inhibition of lipid deposit by *Acer tegmentosum* Maxim. extract in the NAFLD (Oil-red O staining). Normal: Vehicle, Control: DL-ethionene treated group, ATE30: *Acer tegmentosum* Maxim. extract 30 mg/kg, ATE60: *Acer tegmentosum* Maxim. extract 60 mg/kg, ATE120: *Acer tegmentosum* Maxim. extract 120 mg/kg, Scale bar = 500 μm

요약 및 결론

지방간은 현대인의 식습관으로 인해 유발되는 대표적인 간 질환이다. 정상적인 간에 지방이 과다하게 축적되어 발생

되는 질환으로 알콜 이외의 요인이 원인이 되어 중성지방이 과도하게 축적되는 비알콜성 지방간은 방치될 경우 간경변까지 진행하는 것으로 알려진 만큼 예방 및 치료가 매우 중요하다. 현재까지 증상 완화 및 치료제가 개발되지 않은 상황이어서 산겨릅나무(*Acer tegmentosum* Maxim)의 지방간 개선 효과 연구는 매우 중요하다고 사료되어진다. 산겨릅나무 추출물의 비알콜성 지방간 개선 효과를 규명하기 위해 제일 먼저 투여기간 동안 실험동물의 체중 변화를 관찰하여 정상적인 조건에서 실험이 이뤄진 것을 확인하였다. 본 연구에서는 산겨릅나무 추출물의 비알콜성 지방간 개선 효과 규명으로 지방간 조직 내 존재하는 지질의 총량과 콜레스테롤, 중성지방의 양을 측정한 결과, 양성 대조군 대비 총 지질량 감소, 총 콜레스테롤 함량 감소, 지질과산화 산물인 malondialdehyde(MDA)의 감소 효과를 모두 확인하여 산겨릅나무 추출물이 비알콜성 지방간 내 간지질 성분의 억제효과를 보인다는 것을 확인할 수 있었다. 또한 간 조직뿐 아니라 혈액 내 지질성분의 함량 저하에 산겨릅나무 추출물이 효과가 있음을 입증하였다. 간 조직 내 중성지방의 함량 변화가 없었지만, 혈액 내에서는 중성지방의 함량이 유의적으로 감소하는 것을 확인하였다. 또한 생화학 지표인 AST, ALT, GGT 효소활성 수치 또한 농도 증가에 유의적으로 감소되는 것을 확인하였다. 이러한 결과들로 우리는 산겨릅나무 추추물의 간 조직 내 지질 감소효과뿐 아니라, 혈액 내 간 건강 수치의 감소효과를 통해 간 조직뿐 아니라, 혈액에서도 개선되었음을 확인할 수 있었다. 간 조직 내 Oil-red 염색법을 활용한 지방 침착 효과를 관찰한 결과, 산겨릅나무 추출물이 지방 침착을 억제하는 것을 확인하였다.

산겨릅나무는 간 질환의 치료제로 오랫동안 사용된 약용식물로. 최근 산겨릅나무 추출물의 안전성에 대해서도 보고된 바 있다(Hwang 등 2013). 우리는 본 연구를 통하여 산겨릅나무가 지방간 개선에 효과가 있음을 입증하였고, 지방간 예방에 기능성 식품으로 가능성을 제시하는 바이다.

감사의 글

본 연구는 산업통상자원부의 지역혁신센터(RIC) 사업의 일환으로 서원대학교 친환경 바이오 소재 및 식품 센터(BioRIC)의 2013년도 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

References

Adams LA, Lymp JF, St Sauver J, Sanderson SO, Lindor KD, Feldstein A, Angulo P. 2005. The natural history of non-alcoholic fatty liver disease: A population-based cohort study. *Gastroenterology* 129:113-121

Argo CK, Caldwell SH. 2009. Epidemiology and natural history of non-alcoholic steatohepatitis. *Clin Liver Dis* 13:511-531

Chalasani N, Younossi Z, Lavine JE, Diehl AM, Brunt EM, Cusi K, Charlton M, Sanyal AJ. 2012. The diagnosis and management of nonalcoholic fatty liver disease: Practice guideline by the American Association for the Study of Liver Diseases, American College of Gastroenterolohy, and the American Gatroenterological Association. *Hepatology* 55:2005-2023

Frings CS, Fendley TW, Dunn RT, Queen CA. 1972. Improved determination of total serum lipids by the sulfo-phospho-vanillin reaction. *Clinical Chemistry* 18:673-674

Ekstedt M, Franzén LE, Mathiesen UL, Thorelius L, Holmqvist M, Bodemar G, Kechagias S. 2006. Long-term follow-up of patients with NAFLD and elevated liver enzymes. *Hepatology* 44:865-873

Ha H, Shim KS, Kim T, An H, Lee CJ, Lee KJ, Ma JY. 2014. Water extract of *Acer tegmentosum* reduces bone detruction by inhibiting osteoclast differentiation and function. *Molecules* 19:3940-3956

Hwang YH, Park H, Ma JY. 2013. *In vitro* and *in vivo* safety evaluation of *Acer tegmentosum*. *J Ethnophamacology* 148:99-105

Kim EC, Kim SH, Piao SJ, Kim TJ, Bae KH, Kim HS, Hong SS, Lee BI, Nam MS. 2015. Antiangiogenic activity of *Acer tegmentosum* Maxim. water extract *in vitro* and *in vivo*. *J Korean Med* 30:979-987

Kim S, Hur SJ, Kim KH, Kim SG, Whang WK. 2012. Antioxidant and anti-inflammatory compounds isolated from *Acer tegmentosum*. *J Med Plants Res* 6:3971-3976

Lee KJ, Na YS, You CO, Won KC, Jin YM. 2014. Isolation and bioactivity analysis of ethyl acetate extract from *Acer tegmentosum* using *in vitro* assay and on-line screening HPLC-ABTS+ system. *Journal of Analytical Methods in Chemistry* 2014:1-15

Park KM, Tang MC, Lee KH, Kim KR, Choi SU, Lee KR. 2006. Cytotoxic phenolic constituents of *Acer tegmentosum* Maxim. *Arch Pharm Res* 29:1086-1090

Rafiq N, Bai C, Fang Y, Srishord M, McCullough A, Gramlich T, Younossi ZM. 2009. Long-term follow-up of patients with nonalcoholic fatty liver. *Clin Gastroenterol Hepatol* 7:234-241

Starley BQ, Calcagno CJ, Harrison SA. 2010. Nonalcoholic fatty liver disease and hepatocellular carcinoma: A weighty connection. *Hepatology* 51:1820-1832

Stepanova M, Rafiq N, Younossi ZM. 2010. Components of metabolic syndrome are independent predictors of mortality in patients with chronic liver disease: A population-based study. *Gut* 59:1410-1414

Tung NH, Yan D, Kim SK, Bae KH, Kim YH. 2008. Total peroxyl radicalscavenging capacity of the chemical components from the stems of *Acer tegmentosum* Maxim. *J Agric Food Chem* 56:10510-10514

Yoo YM, Nam JH, Kim MY, Choi J, Lee KT, Park HJ. 2009. Analgesic and anti-gastropathic effects of salidroside isolated from *Acer tegmentosum* heartwood. *The Open Bioactive Compounds Journal* 2:1-7

Yu T, Lee J, Lee YG, Byeon SE, Kim MH, Sohn EH, Lee YJ, Lee SG, Cho JY 2010. *In vitro* and *in vivo* anti-inflammatory effects of ethanol extract from *Acer tegmentosum*. *J Ethnopharmacol* 128:139-147

Received 18 April, 2016
Revised 20 April, 2016
Accepted 30 May, 2016