

Antioxidant, Alcohol Metabolizing Enzyme, and Hepatoprotective Activities of *Dendropanax morbifera* Water Extract

Kyung Im Jung, Han Nah Jung and Young Ju Choi*

Department of Food & Nutrition, Silla University, Busan 46958, Korea

Received February 7, 2022 / Revised March 14, 2022 / Accepted March 17, 2022

The leaves, stems, seeds, and roots of *Dendropanax morbifera* have been used since ancient times as folk medicines for the treatment of headaches, skin diseases, infectious diseases, and other ailments. This study investigated the antioxidant, alcohol metabolism, and hepatoprotective effects of *D. morbifera* leaf and stem water extracts. The total polyphenol content of the *D. morbifera* leaf and stem water extracts was 49.56 mg tannic acid equivalent (TAE)/g, and the 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity of the *D. morbifera* leaf and stem water extracts was 84.09% at 1,000 µg/ml concentration. The effects of *D. morbifera* leaf and stem water extracts on alcohol metabolism were determined by measuring the generation of reduced nicotinamide adenine dinucleotide (NADH) by alcohol dehydrogenase (ADH) and acetaldehyde dehydrogenase (ALDH). The ADH and ALDH activities of *D. morbifera* leaf and stem water extracts were increased in a dose-dependent manner at 37.68% and 41.67%, respectively, at a 1,000 µg/ml concentration. The *D. morbifera* leaf and stem water extracts showed significant protective effects against tacrine-induced cytotoxicity in HepG2 cells at 50 µg/ml. Based on our results, we concluded that *D. morbifera* leaf and stem water extracts may be used as major pharmacological agents, such as antioxidants, alcohol metabolism, and anti-hepatitis remedies.

Key words : Alcohol dehydrogenase, antioxidant, *Dendropanax morbifera*, hepatoprotective, HepG2

서 론

기호식품인 알코올은 적당히 마실 경우 긴장 완화와 생활의 활력을 제공할 수 있지만 만성적인 다량의 음주는 신체에 치명적인 손상을 줄 수 있다[5]. 다량의 알코올을 만성적으로 섭취할 경우 인체의 여러 장기에 합병증이 발생할 수 있는데[13], 그중 간은 인체의 여러 기관 중에서 알코올에 의해 가장 심각한 영향을 받는 장기로서[21] 알코올성 간경변이 대표적인 질환이다[13]. 알코올의 섭취량이 증가할수록 질환의 발생 확률은 높아지지만 모두가 알코올 섭취량과 비례하지는 않는데 이는 알코올의 대사 와 중독, 독성 등에 영향을 주는 유전적인 요소와 각 질환에 대한 개인의 감수성 차이 등에 따른 결과인 것으로 보고되어 있다[13].

황칠나무속(*Dendropanax*)에 속하는 아열대성 상록교

목인 황칠나무(*Dendropanax morbifera*)는 말레이 반도와 중남미를 포함하여 동남아시아 등의 난대와 열대 및 아열대지방에 약 30여종 분포하고 있는데[1], 우리나라에는 제주도의 한라산 일대와 보길도, 완도, 해남 등의 전라남도 서남해안 지역에 자생하는 것으로 알려져 있다[1, 10, 18, 20]. 황칠나무 뿌리와 줄기 및 잎은 우리나라 식품의약품 안전처의 식품 원재료 데이터 베이스에 식용 가능한 소재로 등록되어 있는데[11], 황칠나무는 ferulic acid와 chlorogenic acid 및 (+)-catechin 등의 페놀성 화합물이 다량 함유된 것으로 보고되어 있다[11, 18]. 이러한 폴리페놀성 생리활성 물질을 기반으로 황칠나무 잎은 lipopolysaccharide (LPS)에 의해 유발되는 cyclooxygenase-2 (COX-2)와 inducible nitric oxide synthase (iNOS)의 발현을 억제하는 항염증 효과뿐만 아니라 항산화 활성 및 항암 효과를 가지는 것으로 보고되었다[11]. 황칠나무에 대한 연구로는 황칠나무 잎 추출물의 뇌신경 보호 효과[11]와 항산화 활성 및 미백 효과[20, 23], 황칠나무 줄기 추출물의 항고혈압 효과[9] 및 황칠나무 잎과 줄기 추출물의 당뇨 개선 효과 [1], 간세포 보호 효과[16, 24] 등이 보고되어 있지만 알코올 분해효소 활성에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 황칠나무 잎과 줄기 물 추출물의 항산화 활성과 알코올 분해 활성을 알아보고 tacrine을 처리한 HepG2 세포 독성 모델을 이용하여 간세포 보호 효과

*Corresponding author

Tel : +82-51-999-5459, Fax : +82-51-999-5657

E-mail : yjchoi@silla.ac.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

를 확인함으로써 기능성 소재로서의 가능성을 확인하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 연구에 사용한 황칠나무 잎과 줄기는 전라남도 보길도에서 재배한 것을 구입하여 시료로 사용하였다. 황칠나무의 생리활성 측정을 위하여 황칠나무 잎과 줄기를 6:4 비율로 혼합하여 100°C에서 25분 동안 증자한 다음 자연 발효 및 건조하였다. 이후 10배량의 물을 넣어 110°C에서 30분간 추출한 후 90°C에서 4시간, 85°C에서 1시간, 상온에서 4시간 동안 숙성한 다음 1.95±0.15° Brix로 맞추어 -70°C에서 보관하며 시료로 사용하였다. 실험에 사용한 모든 시약은 Sigma Chemical사(Sigma Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)의 제품을 사용하였다.

총 폴리페놀 함량 측정

황칠나무 잎과 줄기 물 추출물의 총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu법[27]을 약간 변형시켜 측정하였으며 표준 물질로는 tannic acid를 사용하여 분석하였다. 일정 농도의 황칠나무 추출물을 시험관에 취한 후 증류수를 가하여 2 ml로 정용하고, Folin-Ciocalteu reagent 0.3 ml를 가하여 잘 혼합한 다음 실온에서 3분간 반응시켰다. 혼합물에 7.5% Na₂CO₃ 용액 0.4 ml를 가하여 50°C에서 5분간 발색시킨 다음 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 황칠나무 잎과 줄기 물 추출물의 총 폴리페놀 함량은 µg tannic acid equivalents (TAE)/ml로 나타내었다.

1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical 소거능 측정

황칠나무 잎과 줄기 물 추출물의 DPPH radical 소거능은 Blois의 방법[2]을 약간 변형시켜 DPPH에 대한 수소공여효과로 측정하였다. 96-well plate에 시료와 150 µM DPPH 용액을 1:1의 비율로 혼합하여 37°C에서 30분간 반응시킨 후, ELISA reader (Versa Max Microplate Reader, Molecular Device, Sunnyvale, CA, USA)를 이용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH radical 소거능은 시료를 첨가하지 않은 대조그룹과의 흡광도차를 비교하여 free radical의 제거 활성을 백분율로 나타내었다.

DPPH radical scavenging activity (%) =

$$\left(1 - \frac{\text{시료 첨가구의 흡광도}}{\text{시료 무첨가구 흡광도}}\right) \times 100$$

Alcohol dehydrogenase (ADH) 활성 측정

황칠나무 잎과 줄기 물 추출물의 ADH 효소 활성 측정은 Choi 등[6]과 Racker [26]의 방법을 변형하여 측정하였

으며, 생성된 NADH의 양을 340 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시험관에 alcohol 0.1 ml, NAD 수용액(2 mg/ml) 0.5 ml 및 시료 0.1 ml를 첨가하고 10 mM glycine-NaOH buffer (pH 8.8)를 총 부피가 1.8 ml가 되도록 조절하여 25°C 항온수조에서 10분간 반응시킨 후 ADH (10 unit/ml)를 가하여 340 nm에서 spectrophotometer (Amersham Pharmacia Biotech, Cambridge, UK)를 이용하여 흡광도를 측정하였다. 대조구는 시료 대신 증류수를 첨가하였으며, positive control은 약국에서 구입한 간장 활성화제 hepos (CHO-A Pharm. Co. Ltd., Seoul, Korea)를 50%의 농도로 희석하여 사용하였다. ADH의 활성은 다음과 같은 식으로 상대적인 백분율로 계산하였다.

$$\text{Relative ADH activity (\%)} = \left(\frac{\text{실험구의 최대 흡광도}}{\text{대조구의 최대 흡광도}}\right) \times 100$$

Acetaldehyde dehydrogenase (ALDH) 활성 측정

황칠나무 잎과 줄기 물 추출물의 ALDH의 효소 활성 측정은 Koivula와 Koivusalo의 방법[15]을 약간 변형하여 측정하였다. 반응 용액은 증류수 2.1 ml, 1.0 M Tris-HCl buffer (pH 8.0) 0.3 ml, 20 mM NAD⁺ 0.1 ml, 0.1 M acetaldehyde 0.1 ml, 3.0 M KCl 0.1 ml, 0.33 M 2-mercaptoethanol 0.1 ml 및 시료 0.1 ml를 혼합하여 25°C에서 10분간 반응시킨 후 ALDH (1 unit/ml) 0.1 ml를 첨가하여 25°C 항온수조에서 5분간 반응시킨 다음 340 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 시료 대신 TE buffer (pH 8.0)를 첨가하여 상대 활성(%)으로 나타내었고, positive control은 ADH 활성 측정과 같이 50% 농도의 hepos를 사용하였으며, ADH 활성 측정식과 동일한 식을 사용하여 ALDH 활성 측정을 측정하였다.

HepG2 세포 배양

실험에 사용한 간암 세포인 HepG2 세포는 한국세포주은행(Korean Cell Line Bank, Seoul, Korea)에서 구입하였으며 세포의 배양을 위해 10% heat-inactivated fetal bovine serum 및 100 U/ml penicillin and 100 µg/ml streptomycin이 첨가된 MEM (Cellgro by Mediatech, Inc., Manassas, VA, USA) 배지를 이용하여 37°C, 5% CO₂ incubator에서 배양하였다.

Cell viability 및 간세포 보호 효과 측정

세포의 성장과 cell viability를 확인하기 위해 96-well cell culture plate (SPL Lifesciences, Gyeonggi-do, Korea)에 HepG2 세포를 배지 100 µl에 1×10⁴ cells/well의 농도로 각 well에 분주하고 황칠나무 잎과 줄기 물 추출물을 농도별로 동시에 처리한 후 24시간 동안 배양하였다. 이후 EZ-Cytox cell viability assay solution WST-1[®] (Daeil Lab

Service, Seoul, Korea)을 각 well에 넣고 37°C, 5% CO₂ incubator에서 3시간 동안 반응시킨 후 ELISA reader를 이용하여 460 nm에서 흡광도를 측정하였다.

간세포 보호 효과 측정을 위해 96-well cell culture plate에 HepG2 세포를 배지 100 µl에 1×10⁴ cells/well의 농도로 각 well에 분주한 다음 tacrine (Santa Cruz Biotechnology Inc., Dallas, TX, USA) 및 다양한 농도의 황칠나무 잎과 줄기 물 추출물을 동시에 처리하여 24시간 동안 배양하였다. 이후 EZ-Cytox cell viability assay solution WST-1[®]을 각 well에 넣고 37°C, 5% CO₂ incubator에서 3시간 동안 반응시킨 다음 ELISA reader를 이용하여 460 nm에서 흡광도를 측정하였다.

통계처리

실험결과는 통계 SAS package (Statistical Analysis System, Version 9.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 사용하여 각 시료의 평균과 표준편차를 계산하였고, 분산분석 (ANOVA)과 Duncan's multiple range test를 실시하여 p<0.05 level에서 시료 간의 유의차를 검정하였다.

결과 및 고찰

총 폴리페놀 함량

폴리페놀 화합물은 대다수의 고등식물에 많이 함유되어 있는 항산화 물질로[11] 산화적 스트레스나 독성이 강한 물질의 독성을 저해하여 radical 소거 활성 및 항산화 활성을 가지는 것으로 알려져 있기에 생리활성을 측정하는 지표로 많이 사용된다[8, 22, 25]. 또한 페놀산과 안토시아닌 및 플라보노이드 등과 같은 페놀성 화합물의 총량인 폴리페놀 함량은 DPPH radical 소거능과 같은 항산화 활성에도 중요한 인자로 작용한다[8]. 따라서 본 연구에서는 황칠나무 잎과 줄기 물 추출물의 총 폴리페놀 함량을 tannic acid를 표준물질로 사용하여 측정한 결과(Table 1), 49.56 mg TAE/g으로 나타났다. An 등[1]은 전라남도 완도군 신지면 일대에서 수확한 황칠나무 잎과 줄기 물 추출물의 총 폴리페놀 함량은 각각 19,080.51 µg gallic acid equivalent (GAE)/g과 12,207.18 µg GAE /g으로 보고하였고, Kim 등[11]은 황칠나무 잎 추출물의 에탄올 농도별 총 폴리페놀 함량은 0, 40, 80 및 95% 농도의 에탄올 추출

Table 1. Total polyphenol contents of *Dendropanax morbifera* water extract

Sample	Total polyphenol (mg TAE/g) ¹⁾
<i>Dendropanax morbifera</i> water extract	49.56±3.86 ²⁾

¹⁾TAE standards for tannic acid equivalent.

²⁾Results are mean ± SD of triplicate data.

물에서 각각 56.67 mg GAE/g과 59.25 mg GAE/g, 73.98 mg GAE/g 및 72.58 mg GAE/g으로 80% 에탄올 추출물에서 가장 높은 것으로 보고하였으며, Mo와 Oh [20]는 황칠나무 잎 메탄올 추출물 및 ethyl acetate 분획물의 총 flavonoid 함량은 각각 98.53 mg rutin equivalent (RE)/g과 184.09 mg RE/g으로 보고하였다. Hwang 등[7]은 동일한 천연물이라도 시료의 전처리 상태와 추출 시간 및 추출 용매 등에 따라 다른 결과가 도출되는 것으로 보고하였고, Lee 등[18]은 재배 환경과 가수분해 유무 및 추출 방법에 따라 황칠나무의 quercetin 함량에 차이가 있는 것으로 보고하였다.

1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical 소거능

항산화 활성의 기작은 항산화 물질이 인체 내에서 세포 손상과 노화를 유발하는 free radical을 소거함으로써 산화를 방지하는 것으로 알려져 있다[7]. DPPH radical은 비교적 안정한 free radical로서 이를 이용한 radical 소거능 실험은 다양한 천연물로부터 항산화 물질의 확인에 사용되고 있다[2]. 따라서 본 연구에서 황칠나무 잎과 줄기 물 추출물의 DPPH radical 소거능을 측정한 결과(Fig. 1), 농도 의존적으로 소거능이 증가하였는데(p<0.05) 1,000 µg/ml 농도에서의 DPPH radical 소거능은 84.09%로 높은 소거능을 보였다. Kim 등[11]은 황칠나무 잎 80% 에탄올 추출물 1 mg/ml 농도에서의 DPPH radical 소거능은 51.20%로 보고하였고, Hwang 등[7]은 황칠나무 부위별 열수 및 주정 농도에 따른 추출물의 DPPH radical 소거능은 열수 추출물에서는 뿌리에서 가장 높은 소거능을 보였고, 30%와 50%, 70% 및 95%의 주정 농도에 따른 DPPH radical 소거능은 황칠나무 잎 70% 주정 추출물에서 85.00%로 가장 높은 것으로 보고하였다. 또한 Mo와 Oh [20]는 황칠나무 잎 메탄올 추출물과 분획물의 DPPH radical 소거능을

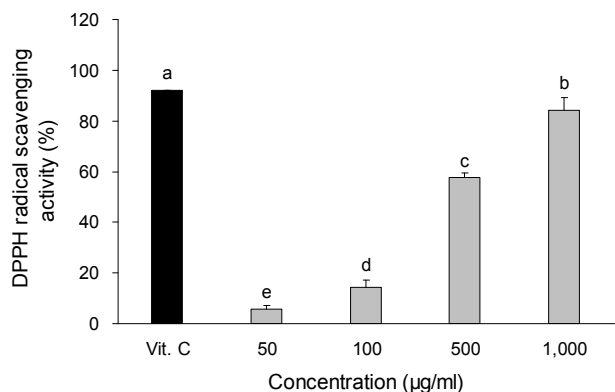


Fig. 1. DPPH radical scavenging activity of *Dendropanax morbifera* water extract. Results are mean ± S.D. of triplicate data. Vitamin C (Vit. C, 0.1 mg/ml) is used as positive control. Different letters (a-e) within a total sample differ significantly (p<0.05).

50%의 DPPH radical을 소거하는데 필요한 시료 농도를 나타내는 SC₅₀으로 분석한 결과 ethyl acetate 분획물에서 66.23 µg/ml으로 페탄올 추출물(89.24 µg/ml)보다 활성이 높은 것으로 보고하였다. 많은 연구에서 페놀성 화합물은 radical 등을 효과적으로 제거할 수 있는 것으로 나타났는데[17], 본 연구결과 황칠나무 잎과 줄기 물 추출물은 총 폴리페놀 함량과 함께 DPPH radical 소거능 또한 높은 것으로 나타났기에 천연 항산화 소재로서 충분한 가치가 있는 것으로 판단된다.

Alcohol 분해활성(ADH, ALDH)

과량의 알코올을 만성적으로 복용하는 음주자의 90~100%는 알코올성 지방간이 발생하고, 10~35%은 알코올성 간염, 8~20%는 알코올성 간경변이 발생하는데[21], 이는 알코올 섭취량이 증가할수록 질환의 발생 확률이 높아지지만 모두가 알코올 섭취량과 비례하지 않는 것으로 보고되어 있다[13]. 알코올에 의한 간질환의 위험은 개인의 유전적인 배경이나 성별, 영양상태 및 C형 간염 보유 유무에 따라 달라지는데 이러한 개인마다 다른 유전적인 배경에 다양한 알코올 대사과정상의 이상이 더해져서 나타나는 것으로 알려져 있다[21]. 알코올은 간세포 내에서 catalase와 미소체 에탄올 산화계 및 알코올 탈수소효소(ADH)의 세 가지 경로를 통해 대사되는데, 이 모든 경로에서 독성 물질인 acetaldehyde가 생산되며 acetaldehyde는 acetaldehyde 탈수소효소(ALDH)에 의해 대사되어 acetate가 된다[12]. 음주로 인해 발생하는 숙취를 감소하거나 제거하기 위한 의약품이 개발되어 있으나 이들 자체의 부작용이나 독성으로 인해 보다 안전한 천연물 유래의 음료에 대한 관심이 증가하고 있지만[19], 황칠나무의 알코올 분해 활성 측정에 관한 연구는 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 황칠나무 잎과 줄기 물 추출물의 알코올 분해 활성을 알코올 분해와 숙취 해소에 효과가 있는 것으로 알려진 hepos를 positive control로 하여 알코올 대사의 1차 효소인 ADH 활성과 acetaldehyde를 분해하는 ALDH 활성을 분석하였다. 황칠나무 잎과 줄기 물 추출물의 ADH 활성을 측정된 결과(Fig. 2) 50, 100, 500 및 1,000 µg/ml 농도에서 각각 2.06%, 7.00%, 20.97% 및 37.68%로 농도 의존적으로 ADH 활성이 증가하였다($p < 0.05$). 황칠나무 잎과 줄기 물 추출물의 ALDH 활성을 측정된 결과(Fig. 3) 50, 100, 500 및 1,000 µg/ml 농도에서 각각 2.26%, 8.11%, 21.76% 및 41.67%로 ADH 활성 결과와 같이 농도 의존적으로 ALDH 활성이 증가하였다($p < 0.05$). 본 연구결과와 황칠나무 잎과 줄기 물 추출물의 알코올 분해 효과와 함께 acetaldehyde 분해에 의한 숙취 해소 효과를 확인할 수 있었으며 숙취 해소를 위한 기능성 천연물 소재 개발을 위한 기초자료로 활용도가 높을 것으로 사료된다.

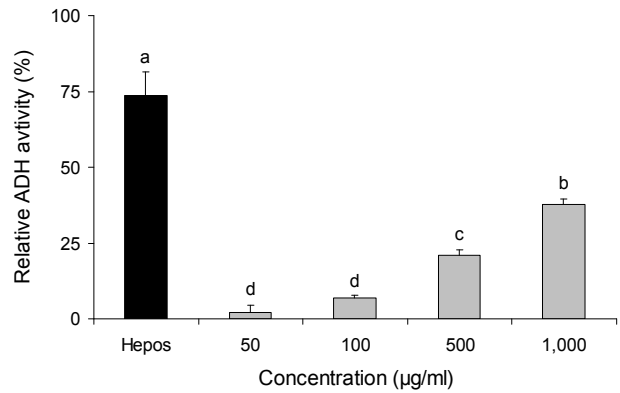


Fig. 2. Effects of *Dendropanax morbifera* water extract on the alcohol dehydrogenase (ADH) activity. Results are mean ± S.D. of triplicate data. Hepos (50%) is used as positive control. Different letters (a-d) within a total sample differ significantly ($p < 0.05$).

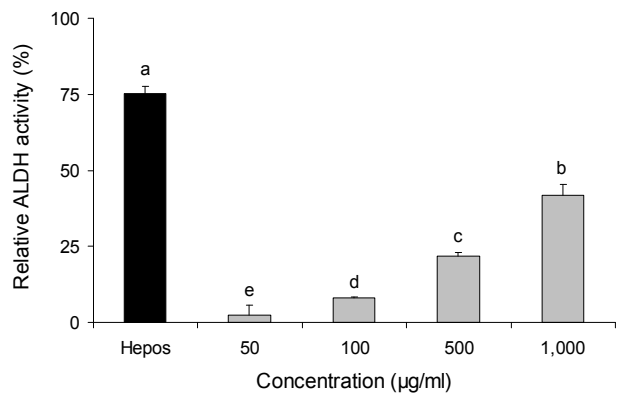


Fig. 3. Effects of *Dendropanax morbifera* water extract on the acetaldehyde dehydrogenase (ALDH) activity. Results are mean± S.D. of triplicate data. Hepos (50%) is used as positive control. Different letters (a-e) within a total sample differ significantly ($p < 0.05$).

Cell viability

황칠나무 잎과 줄기 물 추출물의 세포 독성 평가를 위해 20 µg/ml와 50 µg/ml, 100 µg/ml, 200 µg/ml, 500 µg/ml 및 1,000 µg/ml 농도의 시료를 HepG2 세포에 처리하여 세포 생존율을 측정된 결과(Fig. 4), 각각의 농도에서 103.46%, 101.10%, 88.40%, 85.93%, 79.08% 및 37.65%로 나타났다. 따라서 이후 진행된 세포 실험은 대조군과 유의적인 차이가 없는 것으로 나타난 50 µg/ml 이하의 농도로 진행하였다.

간세포 보호 효과

본 연구에서는 HepG2 간암 세포주를 이용하여 황칠나무 잎과 줄기 물 추출물의 간세포 보호 효과를 확인하였다. Tacrine은 알츠하이머 치료제로 사용되었으나 간 독성

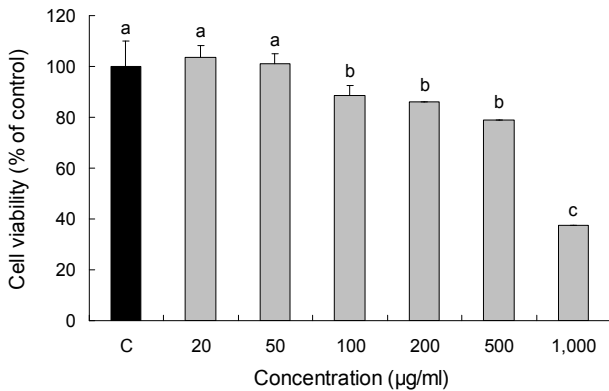


Fig. 4. Effects of *Dendropanax morbifera* water extract on cell viability in HepG2 cells. Cytotoxicity was determined by WST1 assay. Results are mean ± S.D. of triplicate data. Different letters (a-c) within a total sample differ significantly ($p < 0.05$).

을 나타내어 현재는 간세포 보호 효과 실험에 사용되고 있다[3]. 따라서 본 연구에서는 tacrine으로 독성을 유발한 간암 세포 유래의 HepG2 세포주를 대상으로 황칠나무 잎과 줄기 물 추출물의 세포생존율에 대한 증가 여부를 관찰하고 HepG2 세포주에 미치는 독성 및 간 보호 효과를 확인하였다. 먼저, tacrine이 HepG2 세포에 미치는 효과를 측정 후 tacrine과 황칠나무 추출물을 함께 처리하였을 때의 세포 성장율을 측정하였다. 그 결과(Fig. 5) tacrine만을 처리하였을 때의 세포 성장율은 54.42%로 나타났고, tacrine과 10, 30, 50 µg/ml의 황칠나무 물 추출물을 함께 처리하였을 때의 세포 성장율은 각각 59.52%, 71.95%, 78.39%로 tacrine만을 처리하였을 때보다 세포 성장율이 각각 9.37%, 31.97%, 44.05% 증가하였다($p < 0.05$). Park 등 [24]은 CCl₄를 처리한 HepG2 간세포에 대한 황칠나무 잎

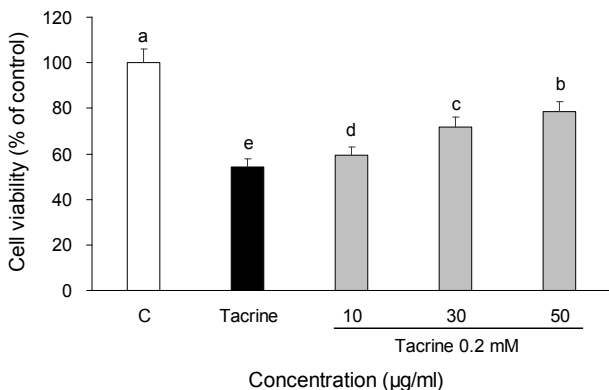


Fig. 5. Hepatoprotective effects of *Dendropanax morbifera* water extract against tacrine-induced cytotoxicity in HepG2 cells. Cytotoxicity was assessed after 2 hr with 0.2 mM of tacrine in RPMI medium. Results are mean ± S.D. of triplicate data. Different letters (a-e) within a total sample differ significantly ($p < 0.05$).

열수 추출물의 세포 성장율을 확인한 결과 0.4%의 CCl₄를 단독 처리했을 때의 세포 성장율은 40.9%, 10~500 µg/ml의 황칠나무 잎 열수 추출물을 함께 처리했을 때의 세포 성장율은 49.2~69.6%로 황칠나무 잎 열수 추출물의 간세포 보호 효과가 우수한 것으로 보고하였고, Lee 등[16]은 *t*-butyl hydroperoxide를 처리한 HepG2 간세포에 대한 황칠나무 뿌리 에탄올 추출물은 간세포 내에서 ROS 생성 억제 및 간세포 보호 효과가 있는 것으로 보고하였다. ROS는 반응성이 강한 산소를 함유한 분자로 특히 간에서 산화적 스트레스를 유발하는 물질이다[4]. 에탄올 대사과정에서 생성된 ROS는 항산화시스템을 억제함으로써 생체 내 세포 손상을 야기하는 것으로 알려져 있다[14]. 본 연구결과에서 황칠나무 잎과 줄기 추출물은 총 폴리페놀 함량과 DPPH radical 소거능이 높은 것으로 나타났기에 tacrine 및 알코올에 의해 증가된 활성산소를 효과적으로 제어할 뿐만 아니라 알코올 분해 및 acetaldehyde 분해 효과를 통해 알코올에 의한 간 보호 효과도 기대할 수 있기에 천연물을 이용한 기능성 소재로서 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

The Conflict of Interest Statement

The authors declare that they have no conflicts of interest with the contents of this article.

References

1. An, N. Y., Kim, J. E., Hwang, D. Y. and Ryu, H. K. 2014. Anti-diabetic effects of aqueous and ethanol extract of *Dendropanax morbifera* Leveille in streptozotocin-induced diabetes model. *J. Nutr. Health* **47**, 394-402.
2. Blois, M. S. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* **26**, 1199-1200.
3. Cho, E. K., Jung, K. I. and Choi, Y. J. 2015. Anti-diabetic, alcohol metabolizing enzyme, and hepatoprotective activity of *Acer tegmentosum* Maxim. Stem extracts. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **44**, 1785-1792.
4. Choi, C. H., Won, D. H., Hwang, J. P. and Park, S. N. 2012. Antioxidative effect of extracts from different parts of *Juncus effusus* L. *J. Soc. Cosmet. Sci. Kor.* **38**, 275-282.
5. Choi, J. E., Kim, J. Y., Jeong, B. Y., Park, G. D., Lee, I. S., Jo, N. J. and Jeong, Y. H. 2009. Effect of Pepino extract on alcohol metabolism in rats. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **38**, 1342-1346.
6. Choi, J. T., Joo, H. K. and Lee, S. K. 1995. The effect of Schizandrae fructus extract on alcohol fermentation and enzyme activities of *Saccharomyces cerevisiae*. *Agri. Chem. Biotech.* **38**, 278-282.
7. Hwang, C. E., Kim, S. C., Cho, C. S., Song, W. Y., Joo, O. S. and Cho, K. M. 2020. Comparison of chlorogenic acid and rutin contents and antioxidant activity of *Dendro-*

- panax morbiferus* extracts according to ethanol concentration. *Kor. J. Food Preserv.* **27**, 880-887.
8. Jeong, C. H., Choi, S. G. and Heo, H. J. 2008. Analysis of nutritional components and evaluation of functional activities of *Sasa borealis* leaf tea. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **40**, 586-592.
 9. Jo, Y. B. and Lee, J. H. 2016. A study on the effect of the *Dendropanax morbifera* extract on anti-hypertensive. *J. Kor. Academia-Indust.* **17**, 708-715.
 10. Kim, J. H., Bae, D. H., Lee, U. and Heo, H. J. 2016. Ameliorating effect of water extract from *Dendropanax morbifera* Lev. on memory dysfunction in Streptozotocin-induced diabetic rats. *Kor. J. Food. Sci. Technol.* **48**, 275-283.
 11. Kim, J. M., Park, S. K., Guo, T. J., Kang, J. Y., Ha, J. S., Lee, D. S., Kwon, O. J., Lee, U. and Heo, H. J. 2016. Neuronal cell protective effect of *Dendropanax morbifera* extract against high glucose-induced oxidative stress. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **45**, 938-947.
 12. Kim, K. M., Jung, H. J., Sung, H. M., Wee, J. H., Kim, T. Y. and Kim, K. M. 2014. Study of the antioxidant and alcohol-degrading enzyme activities of soybean sprout sugar solution. *Kor. J. Food. Sci. Technol.* **46**, 581-587.
 13. Kim, M. S., Lee, D. H., Kang, H. S., Park, H. S., Jung, S., Lee, J. W., Kwon, K. S., Kim, P. S., Kim, H. G., Shin, Y. W., Kim, Y. S., Baek, I. B. and Lee, M. S. 2004. Genetic polymorphisms of alcohol-metabolizing enzymes and cytokines in patients with alcohol induced pancreatitis and alcoholic liver cirrhosis. *Kor. J. Gastroenterol.* **43**, 355-363.
 14. Koch, O. R., Pani G., Borrello, S., Colavitti, R., Cravero, A., Farre, S. and Galeotti, T. 2004. Oxidative stress and antioxidant defenses in ethanol-induced cell injury. *Mol. Aspects Med.* **25**, 191-198.
 15. Koivula, T. and Koivusalo, M. 1975. Different from of rat liver aldehyde dehydrogenase and their subcellular distribution. *Biochim. Biophys. Acta.* **397**, 9-23.
 16. Lee, C. Y., Yang, M. H. and Moon, J. O. 2019. Antioxidant and hepatoprotective effects of the ethanol extract of *Dendropanax morbifera* Leveille on the t-butyl hydroperoxide-induced HepG2 cell damages. *Kor. J. Pharmacogn.* **50**, 32-36.
 17. Lee, H. S. and Park, Y. W. 2005. Antioxidant activity and antibacterial activities from different parts of Broccoli extracts under high temperature. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **34**, 759-764.
 18. Lee, K. H., Na, H. J., Song, C. K., Kang, S. Y. and Kim, S. O. 2018. Quercetin quantification in a Jeju *Dendropanax morbifera* Lev. extract by varying different parts, harvest times, and extraction solvents. *Kor. J. Food Preserv.* **25**, 344-350.
 19. Lee, K. S., Kim, G. H., Seong, B. J., Kim, H. H., Kim, M. Y. and Kim, M. R. 2009. Effects of aqueous medicinal herb extracts and aqueous fermented extracts on alcohol-metabolizing enzyme activities. *Kor. J. Food Preserv.* **16**, 259-265.
 20. Mo, J. H. and Oh, S. J. 2013. Tyrosinase inhibitory activity and melanin production inhibitory activity of the methanol extract and fractions from *Dendropanax morbifera* Lev. *Kor. J. Aesthet. Cosmetol.* **11**, 275-280.
 21. Paik, Y. H. 2004. Alcohol abuse related medical problems and treatment-focus on alcoholic liver disease. *J. Kor. Neuropsychiatr. Assoc.* **43**, 638-645.
 22. Park, J. W., Lee, C. H., Jeong, C. Y., Kang, S. K., Ju, W. T., Kim, S. W., Kim, N. S., Kweon, H. Y. and Kim, K. Y. 2021. Comparison of antioxidant activity according to Silkworm cultivars. *J. Life Sci.* **31**, 1010-1018.
 23. Park, S. A., Park, J., Park, C. I., Jie, Y. J., Hwang, U. C., Kim, Y. H., Jeon, S. H., Lee, H. M., Ha, J. H., Kim, K. J. and Park, S. N. 2013. Cellular antioxidant activity and whitening effects of *Dendropanax morbifera* leaf extracts. *Kor. J. Microbiol. Biotechnol.* **41**, 407-415.
 24. Park, S. H., Lee, J. Y., Jhee, K. H. and Yang, S. A. 2020. Protective effect of *Dendropanax morbifera* leaf extract on CCl₄-induced oxidative damage in HepG2 cells. *J. Life Sci.* **30**, 370-378.
 25. Perron, N. R. and Brumaghim, J. L. 2009. A review of the antioxidant mechanisms of polyphenol compounds related to iron binding. *Cell Biochem. Biophys.* **53**, 75-100.
 26. Racker, E. 1955. Alcohol dehydrogenase from bakers yeast. *Methods Enzymol.* **1**, 500-506.
 27. Singleton, V. L., Orthofer, R. and Lamuela-Raventos, R. M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods Enzymol.* **299**, 152-178.

초록 : 황칠나무 물 추출물의 항산화, 알코올 대사 효소 및 간 보호 활성

정경임 · 정한나 · 최영주*
(신라대학교 식품영양학과)

본 연구에서는 황칠나무 잎과 줄기 물 추출물의 항산화 활성과 알코올 대사 효소 활성 및 간 보호 효과를 알아보았다. 황칠나무 잎과 줄기 물 추출물의 총 폴리페놀 함량은 49.56 mg TAE/g으로 나타났다. DPPH radical 소거능은 황칠나무 잎과 줄기 물 추출물의 농도 의존적으로 소거능이 증가하였으며 1,000 µg/ml 농도에서 84.09%로 높게 나타났다. 알코올 분해 활성을 알아보기 위해 ADH 및 ALDH 활성을 측정한 결과, 두 가지 효소 모두 황칠나무 추출물의 농도 의존적으로 증가하였으며 1,000 µg/ml 농도에서의 ADH 및 ALDH 활성은 각각 37.68% 및 41.67%로 나타났다. 황칠나무 잎과 줄기 물 추출물은 tacrine으로 유도된 HepG2 세포주의 세포독성에 대한 보호 활성이 나타났다. 이상의 결과를 통해 황칠나무 잎과 줄기 물 추출물은 항산화 효과와 알코올 숙취해소 효과 및 간세포 보호 효과가 높은 것으로 나타나 기능성 식품 소재로서의 활용 가능성이 높은 것으로 사료된다.