

꾸지뽕나무 부위별 추출물의 생리활성 탐색

이혜진¹ · 도정룡¹ · 권중호² · 김현구^{1*}

¹한국식품연구원
²경북대학교 식품공학과

Physiological Activities of Extracts from Different Parts of *Cudrania tricuspidata*

Hye-Jin Lee¹, Jeong-Ryong Do¹, Joong-Ho Kwon², and Hyun-Ku Kim^{1*}

¹Korea Food Research Institute, Gyeonggi 463-746, Korea

²Dept. of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Daegu 720-701, Korea

Abstract

The physiological activities of extracts from the leaf, stem, and fruit of *Cudrania tricuspidata* were investigated. The electron-donating ability (EDA) of the 70% (v/v) ethanolic extract of stem was 90.20%; this was the highest value of all the extracts tested and higher than the L-ascorbate solutions. The total polyphenol contents were the highest in the leaf extracts under all extraction conditions. Especially, 70% (v/v) methanolic extract of leaf contained the highest total polyphenol content of 224.48 mg%. SOD-like activity showed the highest activity in water extract of leaf at 64.53%. Tyrosinase-inhibitory activities were the most effective in all extracts of fruit. ACE inhibitory activities were the highest in water extract of fruit. Nitrite-scavenging abilities under acidic conditions (pH 1.2 and pH 3.0) were the most effective in all the extracts. The results of this study will be useful for understanding the physiological activities of *Cudrania tricuspidata* extracts.

Key words: physiological activities, *Cudrania tricuspidata*, electron-donating ability, total polyphenol contents, nitrite-scavenging ability

서 론

꾸지뽕나무(*Cudrania tricuspidata*)는 뽕나무과에 속하는 낙엽성 소교목 또는 관목으로 굻가시나무라고도 한다. 한국, 일본, 중국 등지에 분포하며 주로 산기슭의 양지쪽에 서식한다. 약 10여종이 있으며 잎은 주로 뽕잎 대용으로 사용하고, 열매는 잼이나 술을 담근다. 나무의 껍질과 뿌리는 약용이나 종이의 원료로 이용된다. 한방에서는 주로 잎을 습진, 유행성 이하선염, 폐결핵, 타박상, 만성요통, 급성관절염 등의 치료에 사용하고 있으며, 민간에서도 열매와 수피를 약창, 강장, 중풍, 이뇨, 진해 등의 치료에 이용하였다(1). 동의보감에서는 자양, 강장 효능, 음위, 불면증, 시력감퇴에 효과가 크고, 뿌리와 줄기껍질은 여성 질환에 좋다고 기록되어 있을 정도로 약리적 목적으로 꾸준히 사용되어 왔다(2). 이러한 꾸지뽕나무에 관한 연구도 꾸준히 이루어지고 있다. 6,8-p-hydroxybenzyltaxifolin, 6-p-hydroxybenzyltaxifolin, 8-p-hydroxybenzyltaxifolin(3), kaempferol, kaempferol 7-O-β-D-glucopyranoside, kaempferide 7-O-β-D-glucopyranoside, naringenin 7-O-β-D-glucopyranoside(4)

등의 다양한 성분 연구가 보고되어 있고, 항암활성 연구(5), 항균활성 연구(6-8), 항당뇨 효과(9), 지질 산화억제작용(10) 및 세포독성(11) 등 다양한 효능 연구를 통해 꾸지뽕나무의 우수성이 밝혀져 왔다. 그러나 이 식물의 생리활성에 대한 연구가 아직 미비한 실정이다. 또한, 현대사회에서 각종 질병 치료 및 예방 등 건강에 관한 관심이 높아지고 이를 부합하기 위한 다양한 약과 기능성식품의 개발이 활성화 되고 있다. 이러한 현실에서 다양한 생리활성 실험을 통해 꾸지뽕나무의 기능성을 입증하고, 기능성 제품 개발의 기초자료로 이용되고자 한다. 이에 본 연구에서는 꾸지뽕나무를 잎, 줄기, 열매로 다양한 부위로 나누어 추출용매를 다양화하여 추출한 추출물에 대하여 전자공여작용, 총 폴리페놀 함량, SOD 유사활성, tyrosinase 저해효과, 아질산염 소거능, ACE 저해 활성 측정을 통해 생리활성을 탐색하였다.

재료 및 방법

재료

본 연구에서는 꾸지뽕나무를 부위별로 나누어 줄기, 잎,

*Corresponding author. E-mail: hyunku@kfri.re.kr
Phone: 82-31-780-9134, Fax: 82-31-709-9876

열매를 영농법인 고성 꾸지뽕에서 구입하였다. 줄기와 잎은 건조 분말 상태로 구입하였으며, 열매는 구입 후 동결건조하여 분쇄기로 분쇄한 후 분말 형태로 준비하였다. 준비된 시료는 0.2 mm PE film에 밀봉 포장 후 냉동보관하면서 사용하였다.

마이크로웨이브 추출

마이크로웨이브 추출은 마이크로웨이브 추출장치(MAP, Soxwave-100, Prolabo, Paris, France)를 사용하였다. 추출 조건으로 각 시료의 건물 중량에 대한 추출용매의 비율을 25 mL/g의 부피(w/v)로 하였으며, 추출용매를 증류수, 70% 에탄올, 70% 메탄올로 달리하여 추출하였다. 이때 마이크로웨이브의 에너지 용량 60 W, 추출시간 5 min으로 동일한 조건으로 추출하였으며, 추출물은 whatman filter paper No. 2에 거르고 감압 농축 후 동일 용량으로 정용하여 실험에 사용하였다.

전자공여작용

추출물의 전자공여작용(electron donating abilities, EDA)은 Blois(12)의 방법에 준하여 전자공여효과로 나타나는 각 추출물에 대한 환원력을 측정하였다. 즉, 추출물 0.2 mL에 4×10^{-4} M DPPH(1-1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 0.8 mL과 99.9% 에탄올 2 mL을 가하여 총액의 부피가 3 mL가 되도록 하였다. 이 반응액을 약 10초간 혼합하고 실온에 10분간 방치한다. 반응액은 분광광도계(Spectramax M2, Molecular Devices, Sunnyvale, CA, USA) 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여능은 추출물의 첨가구와 첨가하지 않은 무첨가구의 흡광도를 통해 백분율로 나타내었다.

$$EDA(\%) = \left(1 - \frac{A}{B}\right) \times 100$$

- A: 추출물 첨가구의 흡광도
- B: 추출물 무첨가구의 흡광도

총 폴리페놀 함량

총 폴리페놀의 함량은 Folin과 Denis(13) 방법에 의해 측정하였다. 시료 0.5 mL에 1 N Folin-Ciocalteu reagent 0.5 mL를 가하여 혼합, 3분간 정치 후 2% Na_2CO_3 용액을 10 mL 첨가하였다. 이 혼합액을 1시간 동안 반응 후 분광광도계(UV/VIS spectrometer, Jasco, Tokyo, Japan)를 사용하여 750 nm에서 흡광도를 측정하고, 표준물질 tannic acid를 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 총 폴리페놀 함량(mg%)을 구하였다.

Superoxide dismutase(SOD) 유사활성

SOD 유사활성은 superoxide에 의해 산화되는 pyrogallol의 산화속도를 억제시키는 원리로 Marklund와 Marklund(14)의 방법에 준하여 실시하였다. 추출물 0.2 mL에 pH 8.5로 보정한 tris-HCl buffer(50 mM tris[hydroxymethyl]amino-methane+10 mM EDTA) 3 mL와 7.2 mM pyro-

gallol 0.2 mL를 가하고 25°C에서 10분간 방치한 후 1 N HCl 0.2 mL로 반응을 정지시킨다. 이 반응액을 분광광도계 420 nm에서 흡광도를 측정하여 시료첨가 및 무첨가구 간의 흡광도 차이를 백분율로 나타내었다.

$$SOD \text{ 유사활성}(\%) = \left(1 - \frac{A}{B}\right) \times 100$$

- A: 추출물 첨가구의 흡광도
 - B: 추출물 무첨가구의 흡광도
- 단, A, B는 대조구의 흡광도를 제외한 수치임.

아질산염 소거작용

아질산염 소거작용(nitrite-scavenging effect)은 Gray와 Dugan(15)의 방법으로 측정하였다. 1 mM NaNO_2 용액 0.1 mL에 각각의 추출물을 0.2 mL을 가하고 여기에 0.2 N 구연산 완충액을 사용하여 반응용액의 pH를 각각 1.2(0.1 N HCl), 3.0, 4.2 및 6.0으로 보정한 다음 반응용액의 부피를 1 mL로 하였다. 이를 37°C에서 1시간 동안 반응시킨 다음 여기에 2% acetic acid 용액 5 mL, Griess 시약(30% acetic acid에 1% sulfanylic acid와 1% naphthylamine을 1:1 비율로 혼합한 것) 0.4 mL를 가하여 잘 혼합시킨다. 이를 15분간 실온에서 방치시킨 후 분광광도계를 사용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산염량을 구하였다. 대조구는 Griess 시약 대신 증류수 0.4 mL를 가하여 상기와 동일하게 행하였다. 아질산염 소거능은 추출액 첨가 전후의 아질산염 백분율(%)로 표기하였다.

$$N(\%) = \left(1 - \frac{A-C}{B}\right) \times 100$$

- N: 아질산염 소거율
- A: 1 mM NaNO_2 용액에 시료를 첨가하여 1시간 반응시킨 후의 흡광도
- B: 1 mM NaNO_2 용액에 시료 대신 증류수를 첨가하여 1시간 반응시킨 후의 흡광도
- C: 시료 추출물 자체의 흡광도

Tyrosinase 활성 저해효과

Tyrosinase 활성 저해의 측정은 Wong 등(16)의 방법에 따라 측정하였으며, tyrosinase 조효소액은 mushroom tyrosinase를 50 mM sodium phosphate buffer(pH 7.0)에 용해하여 사용하였다. 효소활성의 측정은 추출물 0.1 mL, 10 mM catechol 용액 2.8 mL에 tyrosinase 조효소액 0.2 mL를 가하고, 대조구에는 tyrosinase 조효소액 대신 50 mM sodium phosphate buffer(pH 7.0)를 가한 후 분광광도계를 사용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. Tyrosinase에 대한 효소활성 저해효과는 단위시간당 변화된 초기 흡광도의 변화 값을 측정하여 다음 식과 같이 계산하였다.

$$N(\%) = \left(1 - \frac{A-C}{B}\right) \times 100$$

- A: 효소액 첨가구의 흡광도 변화값

- B: 효소액 대신 buffer 첨가구의 흡광도 변화값
- C: 추출물 대신 증류수 첨가구의 흡광도 변화값

ACE 저해 활성

ACE 저해 활성은 Cushman와 Chung의 방법(17)을 변형하여 측정하였다. ACE 저해 활성은 300 mM NaCl-100 mM sodium borate buffer(pH 8.3)에 rabbit lung acetone powder (Sigma, St. Louis, MO, USA)를 0.2 g/10 mL(w/v)의 농도로 4°C에서 24시간 동안 추출한 후, 원심분리(4°C, 8,000 rpm, 70분)하여 ACE 조효소액을 얻었다. 각 추출물 50 µL에 450 mM NaCl-100 mM sodium borate buffer(pH 8.3) 100 µL를 가하고 5 mM hippuryl-histidyl-leucine(300 mM NaCl-100 mM sodium borate buffer(pH 8.3)에 용해) 50 µL를 가한 후 37°C에서 10분간 전배양하였다. 이 반응액을 ACE 조효소액 50 µL를 가하여 37°C에서 30분간 반응시킨 후 1.75 N HCl 100 µL를 가하여 반응을 정지시켰다. 여기에 ethyl acetone 1.5 mL를 가하여 섞어준 후 상등액 1 mL를 취하였다. 분리시킨 상등액을 100°C에서 1시간 동안 건조시켜 증류수 1 mL를 가하여 용해시킨 다음 분광광도계를 이용하여 228 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 공시험구는 추출물 대신 증류수 50 µL를 사용하였고 대조구는 1.75 HCl 100 µL를 가한 후 ACE 조효소액을 첨가하여 반응시켰다. ACE 저해 활성은 다음 식에 따라 계산하였다.

$$ACE \text{ 저해율}(\%) = \left(1 - \frac{A}{B}\right) \times 100$$

- A: 추출물 첨가구의 흡광도
- B: 추출물 무 첨가구의 흡광도
- 단, A, B는 대조구의 흡광도를 제외한 수치임.

통계처리

본 실험은 3반복 측정하여 얻어진 결과에 대해 Statistical Analysis System(SAS version 8.0, 2004)을 이용하여 평균, 표준편차의 값을 산출하였고 Duncan's multiple range test를 통해 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

전자공여 작용

DPPH는 유리기를 갖는 물질 황 함유 아미노산과 아스코로브산, 방향족 아민류와 반응하여 유리기가 환원 또는 소거됨에 따라 항산화 측정에 이용된다(12). 이는 산화성 활성 free radical에 전자를 공여하여 산화를 억제시키는 척도가 된다.

꾸지뽕 나무의 전자공여작용을 측정된 결과, 잎, 줄기, 열매의 모든 추출물에서 추출용매에 따른 차이를 보였다(Fig. 1). 70% 에탄올 추출물이 가장 높은 전자공여능을 나타냈고 다음으로 70% 메탄올 추출물, 물 추출물의 순으로 전자공여능이 측정되었다(p<0.05). 특히, 70% 에탄올을 추출용매로

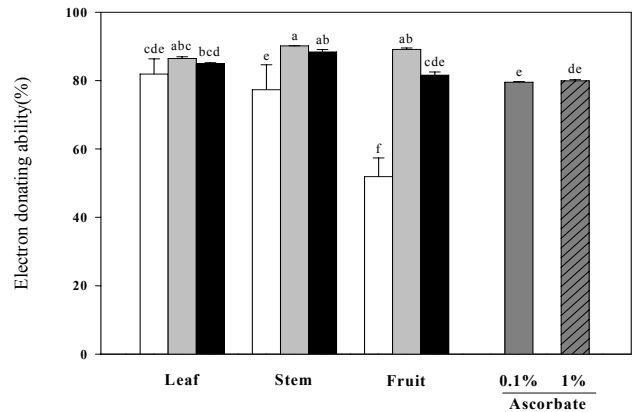


Fig. 1. Electron donating ability of *Cudrania tricuspidata* extracts with microwave. □: water, ▒: 70% ethanol, ■: 70% methanol. Microwave-assisted extraction was performed at 5 min at 50°C on mixture composed of solvent. Means with different letters (a-f) on bars are significantly different (p<0.05).

한 줄기 추출물이 90.20%로 가장 높은 활성을 보였다. 이는 비교물질인 1% L-ascorbate 활성이 79.97%인 것보다 유의적으로 높은 전자공여능을 나타냈다. Kim 등(18)의 연구에 의하면 증류수로 추출한 꾸지뽕의 부위에 따라 줄기보다 잎 추출물의 공여능이 높은 것으로 나타났다. 이는 본 연구에서 물 추출물의 경우 잎>줄기>열매의 나타난 것과 같은 경향을 보임을 알 수 있었다. Choi 등(2)의 꾸지뽕 메탄올 추출물의 경우 잎이 줄기보다 높은 경향을 보여 본 연구와는 상이한 결과를 보였으나, 열매의 경우 가장 낮은 활성을 보인 것에는 같은 결과를 나타냈다. 즉, 꾸지뽕 나무의 생리활성은 부위 및 추출용매에 따라 차이를 보였으며, 보다 높은 활성을 유도하기 위해서는 향후 최적추출조건 확립이 필요할 것으로 사료된다.

총 폴리페놀 함량

꾸지뽕나무의 부위별 추출물의 총 폴리페놀 함량을 추출용매에 따라 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. 꾸지뽕 잎의 메탄

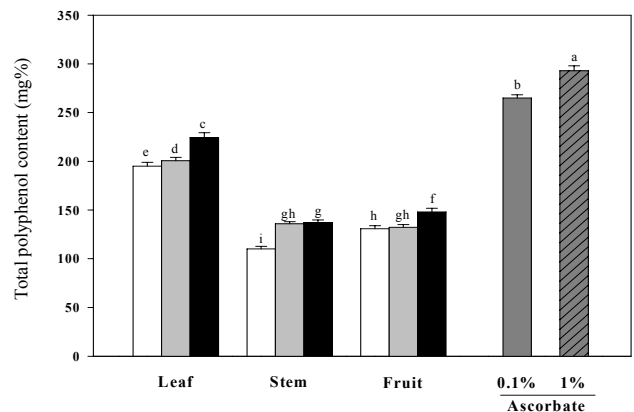


Fig. 2. Total polyphenol contents (mg%) of *Cudrania tricuspidata* extracts with microwave. □: water, ▒: 70% ethanol, ■: 70% methanol. Microwave-assisted extraction was performed at 5 min at 50°C on mixture composed of solvent. Means with different letters (a-i) on bars are significantly different (p<0.05).

을 추출물이 224.48 mg%로 가장 높은 폴리페놀 함량을 보였다($p < 0.05$). 시료의 부위에 따라 잎이 가장 많이 페놀을 함유하고 있었고, 다음으로 열매와 줄기는 큰 차이는 없었으나 열매가 줄기보다 함량이 다소 높게 나타났다. 추출용매에 따라 모든 추출물에서 70% 메탄올 > 70% 에탄올 > 물 추출물 순의 경향을 보였으나 유의적인 차이는 나타나지 않았으며, 모든 꾸지뽕 추출물은 비교물질인 L-ascorbate보다 낮은 함량을 함유하고 있는 것으로 분석되었다. Sa 등(19)의 연구에 의하면 산뽕나무의 부위별 추출용매에 따른 함량이 뚜렷한 경향을 보이지 않았다. 산뽕나무 잎의 경우에는 80% 메탄올 추출물이 가장 높은 폴리페놀 함량을 보여 꾸지뽕나무와 같이 추출용매를 메탄올로 하였을 경우 추출효율이 높게 나타남을 알 수 있었다. Choi 등(2)의 경우 꾸지뽕나무의 부위별 메탄올 추출물의 경우 잎 > 열매 > 줄기의 순으로 함량의 차이가 있음을 보고한바 있다. 이는 본 연구에서 메탄올 추출물의 페놀함량이 같은 경향을 보임을 알 수 있었다. Kim 등(18)의 뽕나무와 꾸지뽕나무의 추출물 활성비교에서는 두 시료간의 페놀 함량이 유사하였으나 꾸지뽕나무가 다소 높은 함량임을 알 수 있었고, 추출 부위에 따라 거의 비슷한 경향을 보였으나 줄기보다 잎의 페놀 함량이 높게 나타났다. 이와 달리 이번 연구에서는 잎과 줄기의 페놀 함량이 큰 차이를 보였으나($p < 0.05$), 부위에 따른 함량 차이는 같은 경향을 나타냄을 알 수 있었다. Cha 등(20)은 꾸지뽕나무의 부위별 열매의 수용성 추출물의 총 폴리페놀 화합물의 함량이 가장 높게 측정됨에 따라 본 연구와 상이한 결과를 나타냈다. 추출부위뿐만 아니라 추출용매의 조건에 따라 총 폴리페놀 함량의 차이가 있으므로 추출조건을 다각화 하여 페놀함량의 추출효율을 높일 수 있는 조건 확립이 필요하다.

SOD 유사활성

Fig. 3은 꾸지뽕나무 부위별 추출용매에 따른 SOD 유사활성 측정값을 나타낸 것이다. 꾸지뽕나무 잎의 물 추출물이

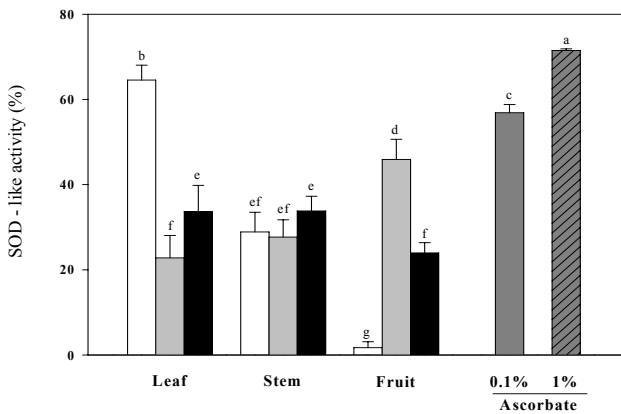


Fig. 3. SOD-like activity of *Cudrania tricuspidata* extracts with microwave. □: water, ▒: 70% ethanol, ■: 70% methanol. Microwave-assisted extraction was performed at 5 min at 50°C on a mixture composed of solvent. Means with different letters (a-g) on bars are significantly different ($p < 0.05$).

64.54%로 가장 높은 활성을 나타냈다($p < 0.05$). 이는 비교물질인 0.1% L-ascorbate가 56.89%인 것에 비해 높은 값을 보였다. 시료의 부위에 따른 SOD 유사활성의 뚜렷한 경향은 보이지 않았으나, 추출용매에 따라 각각 잎의 경우 물, 줄기의 경우 70% 메탄올, 열매의 경우 70% 에탄올로 추출하였을 때 가장 높은 활성을 보이는 것으로 조사되었다($p < 0.05$). Choi 등(2)은 꾸지뽕나무의 부위별 메탄올 추출물의 SOD 유사활성이 1000 µg/mL 농도에서 0.3~9.2%로 활성이 낮게 측정되었다. 이는 농도에 따른 차이는 있으나 본 연구보다 낮은 활성을 보였다. 한편, 부위에 따른 활성 측정 연구로 활나무의 경우(21) 에탄올 추출물에서 가지보다 잎의 활성이 높았던 반면 꾸지뽕나무의 경우와는 다소 상반된 결과를 보였다. 그 외에 맥문동의 경우(22) 1.86~9.75%, 겨우살이(23) 40% 미만의 활성을 보여 꾸지뽕나무보다는 낮은 수치로 나타났다. 이는 물질에 따라 각기 다른 superoxide anion의 활성 억제력을 가지고 있음을 추측할 수 있다. 본 연구를 통해 꾸지뽕나무의 superoxide anion 제거능이 입증됨에 따라 천연 항산화 물질로서의 이용 가능성이 있을 것으로 판단된다.

Tyrosinase 활성 저해

꾸지뽕나무의 부위별 tyrosinase 활성 저해력을 Fig. 4에 나타내었다. 꾸지뽕나무의 부위에 따라 모든 추출조건에서 열매 추출물이 가장 높은 효과를 보였고, 그 다음으로 줄기, 잎의 순으로 측정되었다. 꾸지뽕나무의 tyrosinase 활성 저해력은 잎 추출물 5.22~17.56%, 줄기 추출물 27.71~30.42%, 열매 추출물 35.00~51.17%의 범위로 측정되었으며, 열매의 물 추출물이 가장 높은 저해능을 보였다($p < 0.05$). Ju 등(24)은 뽕잎과 오디의 경우, 물과 에탄올 추출물이 모두 20%대의 비슷한 값을 보고하였다. 이는 꾸지뽕 잎의 저해력이 뽕잎보다 다소 낮았으나, 꾸지뽕 열매의 경우 일반 뽕나무 열매인 오디보다 높은 효과를 나타냈음을 알 수 있었

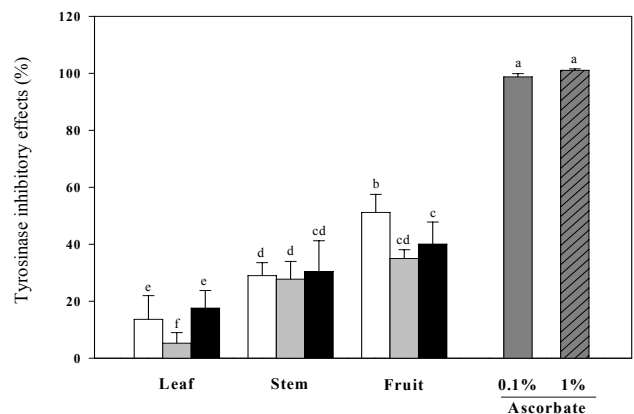


Fig. 4. Tyrosinase inhibitory effects of *Cudrania tricuspidata* extracts with microwave. □: water, ▒: 70% ethanol, ■: 70% methanol. Microwave-assisted extraction was performed at 5 min at 50°C on a mixture composed of solvent. Means with different letters (a-f) on bars are significantly different ($p < 0.05$).

Table 1. Nitrite scavenging ability of *Cudrania tricuspidata* extracts with microwave

	Solvent	Nitrite scavenging ability (%)			
		pH 1.2	pH 3.0	pH 4.2	pH 6.0
Leaf	Water	136.06±0.20 ^{a1)}	73.02±1.63 ^b	61.91±0.21 ^c	63.49±6.23 ^c
	70% EtOH	96.35±0.44 ^a	80.55±0.86 ^b	57.87±0.49 ^c	54.33±0.57 ^d
	70% MtOH	97.24±1.46 ^a	87.37±1.02 ^b	64.50±1.27 ^c	54.21±1.19 ^d
Stem	Water	72.87±2.29 ^a	65.72±1.73 ^b	61.54±3.06 ^{bc}	58.57±0.84 ^c
	70% EtOH	91.69±0.13 ^a	81.24±0.92 ^b	60.79±0.59 ^c	60.53±2.02 ^c
	70% MtOH	94.70±0.51 ^a	90.38±1.01 ^b	73.05±0.82 ^c	58.76±1.51 ^d
Fruit	Water	70.56±1.62 ^a	66.10±1.65 ^b	60.94±2.71 ^c	59.01±3.34 ^c
	70% EtOH	80.59±6.04 ^a	73.98±5.70 ^{ab}	64.83±3.88 ^{bc}	55.86±9.40 ^c
	70% MtOH	55.69±5.03 ^a	56.08±3.54 ^a	43.79±8.91 ^b	39.85±6.40 ^b
0.1% L-ascrobic acid		92.04±0.03 ^a	77.06±7.68 ^b	58.72±6.82 ^c	52.77±5.33 ^c
1% L-ascrobic acid		92.40±0.07 ^a	67.99±10.25 ^b	67.44±3.84 ^{bc}	57.96±8.56 ^c

¹⁾Means with different letters in a raw are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

다. 한편, 함초의 경우(25) 80% 이상, 약용식물의 경우(26) 계피(81%), 측백엽(63%), 갈근(59%) 등으로 본 연구의 꾸지뽕 추출물보다 높은 저해능을 보였고, 오가피와 박하는 22%로 다소 낮았다. 양파의 경우(27)에도 모두 50% 이하로 본 연구결과와 비슷한 저해효과를 나타내었다. Tyrosinase 저해효과가 클수록 melanin 생성 억제 효과가 우수함에 따라 꾸지뽕나무의 열매의 경우 저해능이 다소 높았으므로 이를 활용한 기능성식품의 개발뿐만 아니라 미백효과를 강조한 다양한 기능성 제품의 개발 가능성을 기대할 수 있다.

아질산염 소거작용

Table 1에 나타난 바와 같이 꾸지뽕나무 추출물이 pH에 따라 아질산염 소거능의 차이를 보였다. 모든 추출물이 pH가 낮아지는 산성조건일수록 소거능이 우수하였다($p < 0.05$). 추출부위에 따라 같은 추출조건에서 잎>줄기>열매의 순으로 소거효과가 나타났다. 특히, 꾸지뽕 잎의 경우 비교물질인 0.1%, 1% L-ascorbate의 소거력보다 더 우수한 것으로 분석되었다. Park과 Jang(28)의 복분자는 pH 1.2인 산성조건에서 가장 높은 소거율을 보였고, 열매의 숙성정도 및 열매와 잎의 부위에 따른 소거능 차이는 보였으나, 모두 pH 1.2에서 가장 높은 소거능을 보였다는 결과와 일치하였다. 맥문동의 경우(22)도 잎과 뿌리의 추출부위에 따라 소거능은 다르지만, 산성조건에서 아질산염 소거능이 가장 높았다는 보고와도 일치하였다. 한편 복분자는 37.61~38.30%, 맥문동도 모든 추출물이 40% 이하, 그 밖에 장뇌삼(29) 30% 미만의 낮은 소거력을 나타내 꾸지뽕의 소거능이 우수한 것을 알 수 있었다. 그 nitrosamine 생성은 pH에 의존적임에 따라 산성조건일수록 nitrosamine 생성 억제에 효과적이므로(30), 꾸지뽕이 nitrosamine 생성억제 효과에 탁월할 것으로 판단된다.

ACE 저해 활성

꾸지뽕나무의 ACE 저해 활성 측정 결과는 Fig. 5에 나타났다. Fig. 5에서 보는바와 같이 꾸지뽕나무의 ACE 저해 활성은 34.41~85.14%의 범위로 측정되었으며, 특히 열매의

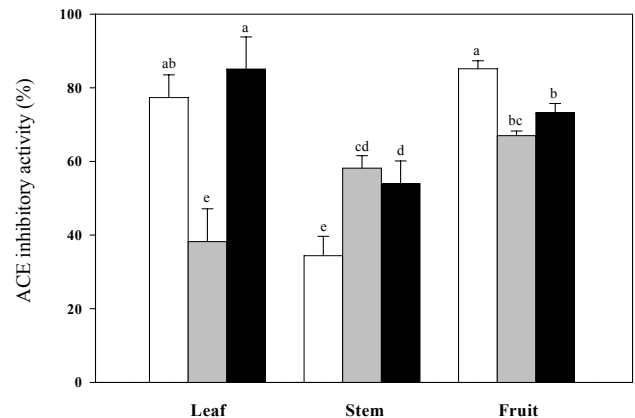


Fig. 5. ACE inhibitory effects of *Cudrania tricuspidata* extracts with microwave. □: water, ▒: 70% ethanol, ■: 70% methanol. Microwave-assisted extraction was performed at 5 min at 50°C on mixture composed of solvent. Means with different letters (a-e) on bars are significantly different ($p < 0.05$).

물 추출물이 가장 높은 경향을 나타냈다. 그러나 꾸지뽕나무의 ACE 저해 활성이 부위별, 추출용매별 뚜렷한 경향을 보이지 않았다. 한편, Na 등(31)은 건마늘이 37.16%의 저해 활성으로 감초, 두충, 인삼보다 높은 활성을 보인다고 하였다. 이는 꾸지뽕나무 열매의 85.14%보다 낮은 수치로 꾸지뽕나무의 ACE 저해 활성이 우수한 것을 알 수 있었다. ACE(angiotensin converting enzyme)는 혈압에 관련한 중요한 역할을 하는 효소로 nonapeptide인 bradykinin을 불활성화 시켜 혈압상승작용을 한다(32). 즉 ACE 효소의 작용 억제는 혈압을 낮추는데 효과적이므로 ACE 저해 활성이 우수한 꾸지뽕나무의 열매를 항고혈압 기능성 제품으로서의 개발 가능성이 있을 것으로 판단된다.

요 약

꾸지뽕나무를 잎, 줄기, 열매로 부위별 추출조건에 따른 추출물의 생리활성을 알아보고자 전자공여작용, 총 폴리페놀 함량, SOD 유사활성, tyrosinase 저해 효과, 아질산염 소

거작용 및 ACE 저해 활성을 측정하였다. 전자공여능의 경우 추출용매에 따라 70% 에탄올>70% 메탄올>물 추출물 순으로 활성을 나타냈으며, 특히 줄기의 70% 에탄올 추출물이 90.20%로 가장 높았다($p<0.05$). 이는 비교물질인 L-ascorbate의 활성보다 높은 수치였다. 총 폴리페놀 함량 측정 결과 모든 추출조건에서 잎 추출물이 가장 많은 폴리페놀을 함유하고 있었다($p<0.05$). 또한 추출용매에 따라 70% 메탄올 추출물들이 폴리페놀을 많이 포함하고 있음을 알 수 있었다. SOD 유사활성은 잎의 물 추출물이 64.54%로 가장 높은 활성을 나타냈다($p<0.05$). Tyrosinase 저해효과에서는 열매 추출물이 가장 높은 저해능을 보였다. 아질산염 소거능은 모든 추출물이 산성조건에서 소거능이 높게 나타났고, 추출조건과 상관없이 잎 추출물의 소거능이 가장 높은 것으로 분석되었다. ACE 저해 활성은 열매 물 추출물에서 85.14%의 활성을 가장 높은 경향을 보였다. 꾸지뽕 나무의 부위 및 용매에 따라 각각 활성이 다르게 나타났다. 이러한 결과를 토대로 활성이 다소 뛰어난 잎의 경우, 일상에서도 쉽게 구할 수 있어 일반인들이 식용으로 이용하기 용이하므로 차와 음료 등의 건강 음료개발을 통해 소비를 활성화할 수 있다. 그 외 줄기, 열매 등도 잎과 함께 이를 이용한 환, 캡슐 등의 다양한 기능성식품으로의 개발 가능성을 확인하였다.

문 헌

- Kangjoshineuihakwon. 1985. *Jungyakdesajon*. 2nd ed. So-hakkyan, Shanghai, China. p 2383.
- Choi SR, You DH, Kim JY, Park CB, Kim DH, Ryu J. 2009. Antioxidant activity of methanol extracts from *Cudrania tricuspidata* Bureau according to harvesting parts and time. *Korean J Medicinal Crop Sci* 17: 115-120.
- Fujimoto T, Nomura T. 1985. Components of root bark of *Cudrania tricuspidata* 3. Isolation and structure studies on the flavonoids. *Planta Med* 51: 190-196.
- Park IC, Young HS, Choi JS. 1992. Constituents of *Cudrania tricuspidata* in Korea. *Yakhak Hoeji* 36: 40-45.
- Lee IK, Kim CJ, Song KS, Kim HM, Koshino H, Uramoto M, Yoo ID. 1996. Cytotoxic benzyl dihydroflavonols from *Cudrania tricuspidata*. *Phytochemistry* 41: 213-216.
- Kim SH, Kim NJ, Choi JS, Park JC. 1993. Determination of flavonoid by HPLC and biological activities from the leaves of *Cudrania tricuspidata* Bureau. *J Korean Soc Food Nutr* 22: 68-72.
- Lee BW, Kang NS, Park KH. 2004. Isolation of antibacterial prenylated flavonoids from *Cudrania tricuspidata*. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 47: 270-273.
- Choi SR, You DH, Kim JY, Park CB, Kim DH, Ryu J, Choi DG, Park HM. 2009. Antimicrobial activity of methanol extracts from *Cudrania tricuspidata* Bureau according to the parts harvested and time. *Korean J Medicinal Crop Sci* 17: 335-340.
- Park WY, Ro JS, Lee KS. 2001. Hypoglycemic effect of *Cudrania tricuspidata* root bark. *Kor J Pharmacogn* 32: 248-252.
- Cha JY, Kim HJ, Cho YS. 2000. Effect of water soluble extract from leaves of *Morus alba* and *Cudrania tricuspidata* on the lipid peroxidation in tissues of rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 531-536.
- Kang DG, Hur TY, Lee GM, Oh HC, Kwon TO, Sohn EJ, Lee HS. 2002. Effects of *Cudrania tricuspidata* water extract on blood pressure and renal functions in NO-dependent hypertension. *Life Sci* 70: 2599-2609.
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1198-1200.
- Folin O, Denis W. 1912. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12: 239-249.
- Marklund S, Marklund G. 1975. Involvement of superoxide amino radical in the oxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur J Biochem* 47: 468-474.
- Gray JI, Dugan Jr LR. 1975. Inhibition of N-nitrosamine formation in model food system. *J Food Sci* 40: 981-984.
- Wong TC, Luh BS, Whitaker JR. 1971. Isolation and characterization of polyphenol oxidase of clingstone peach. *Plant Physiol* 48: 19-23.
- Cushman DW, Chung HS. 1971. Spectrophotometric assay and properties of the angiotensin-converting enzyme of rabbit lung. *Biochem Pharmacol* 20: 1637-1648.
- Kim HJ, Cha JY, Choi ML, Cho YS. 2000. Antioxidative activities by water-soluble extracts of *Morus alba* and *Cudrania tricuspidata*. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 43: 148-152.
- Sa JH, Jin YS, Shin IC, Shim TH, Wang MH. 2004. Photo-protective effect and antioxidative activity from different organs of *Morus bombycis* Koidzumi. *Kor J Pharmacogn* 35: 207-214.
- Cha JY, Kim HJ, Chung CH, Cho YS. 1999. Antioxidative activities and contents of polyphenolic compound of *Cudrania tricuspidata*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 1310-1315.
- Kang MH, Choi CS, Kim ZS, Chung HK, Min KS, Park CG, Park HW. 2002. Antioxidative activities of ethanol extract prepared from leaves, seed, branch and aerial part of *Crotalaria sessiflora* L. *Korean J Food Sci Technol* 34: 1098-1102.
- Seo SJ, Kim NW. 2010. Physiological activities of leaf and root extracts from *Liriope platyphylla*. *Korean J Food Preserv* 17: 123-130.
- Lee HJ, Do JR, Kwon JH, Kim HK. 2010. Antioxidant effects of *Viscum album* L. extracts by extraction conditions. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 14-19.
- Ju MJ, Kwon JH, Kim HK. 2009. Physiological activities of mulberry leaf and fruit extracts with different extraction conditions. *Korean J Food Preserv* 16: 442-448.
- Song HS, Kim DP, Jung YH, Lee MK. 2007. Antioxidant activities of red hamcho (*Salicornia herbacea* L.) against lipid peroxidation and the formation of radicals. *Korean J Food Nutr* 20: 150-157.
- Jung SW, Lee NK, Kim SJ, Han DS. 1995. Screening of tyrosinase inhibitor from plants. *Korean J Food Sci Technol* 27: 891-896.
- Kwon YJ, Kwon JH, Kim HK. 1999. Oleoresin content and functional properties of fresh onion by microwave-assisted extraction. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 876-881.
- Park YS, Jang HG. 2003. Lactic acid fermentation and biological activities of *Rubus coreanus*. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 46: 367-375.
- Ye EJ, Kim SJ, Nam HS, Park EM, Bea MJ. 2010. Physiological evaluation of Korean mountain ginseng and Korean mountain ginseng leaf tea. *Korean J Food Culture* 25: 350-

- 356.
30. Kytopoulos SA. 1987. Ascorbic acid and formation of N-nitroso compounds; possible role of ascorbic acid in cancer prevention. *Am J Clin Nutr* 45: 1344-1350.
31. Na GM, Han HS, Ye SH, Kim HK. 2004. Physiological activity of medicinal plant extracts. *Korean J Food Preserv* 11: 388-393.
32. Manjusri D, Richard LS. 1975. Pulmonary angiotensin converting enzyme. *J Biol Chem* 250: 6762-6766.

(2011년 5월 19일 접수; 2011년 6월 7일 채택)