

## 용매에 따른 뿌잎과 오디의 생리활성 효과

주민정 · 권중호<sup>1</sup> · 김현구<sup>†</sup>  
한국식품연구원, <sup>1</sup>경북대학교 식품공학과

### Physiological Activities of Mulberry Leaf and Fruit Extracts with Different Extraction Conditions

Min-Jeong Ju, Joong-Ho Kwon<sup>1</sup> and Hyun-Ku Kim<sup>†</sup>

Korea Food Research Institute, Songnam 463-746, Korea

<sup>1</sup>Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Daegu 720-701, Korea

#### Abstract

Physiological activities in mulberry leaf and fruit were examined. Electron-donating ability (EDA), tyrosinase activity, SOD-like action (SOD), angiotensin I-converting enzyme-(ACE) inhibitory activity, and nitrite-scavenging ability of mulberry leaf and fruit extracted with water, with 50% (v/v) or with 100% ethanol, were measured. The EDA of mulberry leaf and fruit extracted with water or 50% (v/v) ethanol were greater (by 65.72-81.30%) than that with the 100% ethanol extract, whereas the activities of both former extracts were lower than those with 1.0% and 0.1% (both w/v) L-ascorbate solutions. The SOD-like activities of water, 50% (v/v) and 100% ethanol extracts of all samples were 24.13 - 26.80% lower than those of 1.0% and 0.1% (both w/v) L-ascorbate solutions. Nitrite-scavenging activity at pH 1.2 was observed in all extracts. The results further our understanding of the physiological activities of mulberry leaf and fruit extracts.

**Key words** : mulberry fruit, mulberry leaves, physiological activities, electron donating ability

#### 서 론

뿌나무는 열대지방부터 온대지역에 걸쳐 널리 분포하는 뿌나무과(Moraceae), 뿌나무속(Morus)에 속하는 식물자원으로 꽃은 암수 다른 그루로 6월에 핀다. 수꽃 이삭은 햇가지 밑부분의 잎겨드랑이에 밑으로 처져 달리며, 암꽃 이삭은 길이 5~10 m이고, 암술머리는 2개로 자방에 털이 없다(1). 뿌잎은 본초강목과 동의보감에 소갈증, 뇌졸중 등에 효과가 있다고 기록되어 있으며 최근 보고에 의하면 당뇨병을 예방하며 치료될 수 있다고 알려져 있다. 그 구성 성분으로는 flavones, steroids, triterpenes, 무기질 성분이 다량 존재한다고 한다(2). 또한 항산화 효능을 가지는 chlorogenic acid, 칼슘, 칼륨 등의 전해질, pectin, cellulose 등의 식이섬유가 풍부하다고 알려져 있다(3). 그러나 유효

성분이나 효능에 대한 연구는 아직 미비한 실정이다. 뿌나무의 뿌리껍질에는 coumarone계 성분인 umbelliferone, scopoletin, flavonoid 성분인 morusin, mulberrin, merberochromene, cyclomulberrin 등이 함유되어 있다. 뿌나무 열매인 오디는 4~5월에 꽃이 피고 6~7월에 검은색 또는 자홍색을 나타낼 때 수확한다. 완숙 오디는 당도와 산도가 12.7~19.8 brix 와 0.29~0.83%로 좋은 식미감을 가지고 다량의 안토시아닌 색소를 함유하고 있다. 또한, 오디 추출물은 항당뇨, 항산화, 항염증 그리고 항고지혈증 등의 생리활성이 있어 기능성 식품의 소재로서 손색이 없다(4-7). 한방에서는 상심자로 불리며 강장제나 진정제로 사용된 예가 있고, 부종 억제, 숙취 제거, 소갈증 제거, 대머리 예방 및 치료 등에 사용된 것으로 기록되어 있으나 현대의학에서는 오디의 혈당 강하작용에 대한 보고가 있을 뿐이다(8). 항산화제는 식품의 냄새나 풍미의 변화, 유지의 산패 그리고 식품의 변색을 방지하거나 지연시킬 수 있는 기능을 가진 화합물을 총칭하며 인공합성품을 비롯하여 동식물체 내에서도 이러

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail : hyunku@kfri.re.kr,  
Phone : 82-31-780-9134, Fax : 82-31-709-9876

한 기능을 갖고 있는 물질이 많이 알려지고 있으며, 대부분 천연 항산화제들은 나무, 줄기, 뿌리, 잎, 꽃 등의 식물체 대부분에 존재하는 것으로 알려져 있다(9). 따라서 본 연구에서는 천연 항산화제로서 활용을 위하여 뽕잎과 오디를 이용하여 용매 추출조건에 따른 생리활성을 살펴보고자 전자공여작용, tyrosinase 저해활성, SOD 유사활성, 총 폴리페놀 함량 및 아질산염 소거작용 등의 생리활성 측정을 통해 기능성 식품으로서의 적용을 위한 가능성을 검토하고자 하였다.

**재료 및 방법**

**재료의 추출 및 조제**

본 실험에서는 뽕잎(강원도, mulberry leaves), 오디(중국 산, mulberry fruit)를 2007년 2월 경동시장에서 일괄적으로 구입하였다. 모든 생약재는 45°C에서 열풍건조 하였고, 0.2 mm PE film에 밀봉 포장하여 냉동고에 보관하면서 사용하였다. 추출 용매는 건물 중량의 25배의 부피(W/V)로 하여 각각 water, 50% EtOH, 99% EtOH을 사용하였으며 마이크로웨이브 추출법(microwave-assisted extraction, MAE) (10-11)으로 추출하였다. 유용성분의 추출을 위하여 2,450 MHz 주파수에 환류냉각관이 장치된 상압형 마이크로 추출 장치(MAP, Soxwave-100, Prolabo, France)를 사용하였다.

**전자공여작용의 측정**

추출물의 전자공여작용(electron donating abilities, EDA)은 Kang 등(12)의 방법을 변형하여 각각의 추출물에 대한 DPPH( $\alpha, \alpha$ -diphenyl-picrylhydrazyl)의 전자공여효과로 각 시료의 환원력을 측정하였다. 즉, 추출물 0.2 mL에  $4 \times 10^{-4}$  M DPPH용액(99.9% 에탄올에 용해) 0.8 mL, 0.1 M phosphate buffer(pH 6.5) 2 mL와 99.9% 에탄올 2 mL을 가하여 총액의 부피가 5 mL가 되도록 하였다. 이 반응액을 약 10초간 혼합하고 실온에 10분 방치한 후 분광광도계를 사용하여 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여효과는 추출물의 첨가 전·후의 차이를 백분율로 나타내었다.

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

- A : 추출물 첨가구의 흡광도
- B : 추출물 무첨가구의 흡광도

**Tyrosinase 저해효과 측정**

Tyrosinase 저해효과 측정은 Wong 등(13)의 방법에 따라 측정하였으며, tyrosinase 조효소액은 mushroom tyrosinase를 50 mM sodium phosphate buffer(pH 7.0)에 용해하여 사용하였다. 효소활성의 측정은 10 mM catechol 용액 2.8 mL에 tyrosinase 조효소액 0.2 mL, 추출액 0.1 mL를 가하고 분광

광도계를 사용하여 420에서 흡광도를 측정하였다. Tyrosinase에 대한 효소활성 저해 효과는 단위시간당 변화된 초기 흡광도의 변화 값을 측정하여 다음 식에 의해 계산하였다.

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

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

**Superoxide dismutase(SOD) 유사활성**

SOD 유사활성의 측정은 Marklund와 Marklund의 방법을 변형한 Kim 등(14)의 방법을 이용하여 실시하였다. 즉, 각 추출물을 감압 농축한 tris-HCl buffer(50 mM tris[hydroxymethyl] amino-methane + 10 mM EDTA, pH 8.5)를 이용하여 pH 8.5로 조절된 시료액을 만들었다. 각 시료 0.2 mL에 pH 8.5로 보정한 tris-HCl buffer(50 mM tris[hydroxymethyl] amino-methane + 10 mM EDTA) 3 mL와 7.2 mM pyrogallol 0.2 mL를 가하고 25°C에서 10분간 방치 후 1 N HCl 1 mL로 반응을 정지시킨 후 분광광도계를 이용하여 420 nm에서의 흡광도를 측정하여 시료첨가 및 무첨가구간의 흡광도 차이를 백분율로 나타내었다.

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

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

**총 폴리페놀의 함량 측정**

총 폴리페놀의 함량(total polyphenol content)은 분석방법으로 널리 사용되고 있는 Folin-Denis방법(15)으로 측정하였으며, 각각의 추출조건에 따라 제조된 추출액의 2배 희석액을 사용하였다. 즉, 희석액 5 mL에 Folin reagent 5 mL를 가하고 3분간 정지한 다음 5 mL의 10%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 용액을 가하였다. 이 혼합액을 1시간 동안 정지한 후 분광광도계(UV/VIS spectrometer, Jasco, Japan)를 사용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하고 (+)catechin을 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 총 폴리페놀 함량을 mg%로 구하였다.

**ACE 저해효과 측정**

시료 추출물의 ACE (angiotensin I-converting enzyme) 저해작용은 Crushman과 Cheung의 방법(16)을 변형하여 측정하였다. 추출물 50  $\mu\text{L}$ 에 450 mM NaCl을 함유하는 100 mM sodium borate buffer (pH 8.3) 100  $\mu\text{L}$ 를 가하고 5 mM hippuryl-histidyl-leucine (300 mM NaCl을 함유하는 100 mM sodium borate buffer (pH 8.3) 에 용해) 50  $\mu\text{L}$ 를 가한 후 37°C에서 10분간 전배양하였다. 이 반응액에 ACE 조효

소액 50  $\mu$ L를 가하여 37°C에서 30분간 반응시킨 후 1.75 N HCl 100  $\mu$ L를 가하여 반응을 종료시켰다. 여기에 ethyl acetate 1 mL를 가하여 진탕 후 상등액 0.5 mL를 취하여 100°C에서 1시간가량 건조시켜 증류수 1 mL를 가하여 용해시킨 다음 분광광도계(UV/VIS spectrometer, Jasco, Japan)를 이용하여 228 nm에서 흡광도를 측정 후 아래와 같이 계산하였다. 이 때 공시험은 추출물 대신 증류수 50  $\mu$ L를 가하였고 대조구는 1.75 N HCl 100  $\mu$ L를 가한 후 ACE 조효소액 50  $\mu$ L를 첨가하여 반응시켰다. ACE 저해효과는 추출물의 첨가 전·후의 흡광도의 차이를 백분율로 나타내었다.

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

A : 추출물 첨가구의 흡광도

B : 추출물 무첨가구의 흡광도

단, A, B는 대조구의 흡광도를 제외한 수치임.

**아질산염 소거작용의 측정**

아질산염 소거효과(nitrite-scavenging effect)는 Gray 등(17)의 방법으로 측정하였다. 즉, 1 mM 아질산나트륨 용액 1 mL에 각각의 추출물을 2 mL를 가하고 여기에 0.1 N 염산(pH 1.2) 및 0.2 N 구연산 완충용액(pH 3.0 및 4.2)을 7 mL 가하여 반응용액의 pH를 각각 1.2, 3.0 및 4.2 으로 달리하여 반응용액의 부피를 10 mL로 하였다. 이를 37°C에서 1시간 동안 반응시킨 다음 반응액을 1 mL씩 취하고 여기에 2% 초산 5 mL, Griess 시약(acetic acid에 1% sulfanylic acid와 1% naphthylamine을 1:1 비율로 혼합한 것으로 사용 직전에 제조) 0.4 mL를 가하여 잘 혼합시켜 15분간 실온에서 방치시킨 후 분광 광도계를 사용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산염량을 구하였다. 그리고 대조구는 Griess 시약 대신 증류수 0.4 mL를 가하여 상기와 동일하게 행하였다. 아질산염 소거능은 추출액 첨가전후의 아질산염 백분율(%)로 표기하였다.

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

N : 아질산염 소거율

A : 1 mM NaNO<sub>2</sub> 용액에 시료를 첨가하여 1시간 반응시킨 후의 흡광도

B : 1 mM NaNO<sub>2</sub> 용액에 시료대신 증류수를 첨가하여 1시간 반응시킨 후의 흡광도

C : 시료 추출물 자체의 흡광도

**통계처리**

통계처리는 SPSS 10.0 for windows program을 사용하여 각각의 시료에 대한 평균±표준편차로 나타내었으며, 각 군에 따른 유의차 검증은 분산분석(ANOVA)과 Duncan의

다중검증법(18)으로 유의성을 검증하였다.

**결과 및 고찰**

**전자공여작용(Electron donating ability,%)**

뽕잎과 오디의 DPPH에 대한 추출물의 결과는 Fig. 1과 같다. 본 실험에서 표준물질로 사용된 1% L-ascorbic acid의 측정결과 87.56%로 전자공여 작용이 가장 높게 나타났다. 뽕잎과 오디의 물, 50% 에탄올 추출구에서는 각각 65.72~81.77%로 기준물질인 1%의 L-ascorbic acid와 유의적인 차이를 보이지 않았다(p<0.05). 뽕잎의 결과 물 추출물에서 81.77%, 50%에탄올을 추출물에서 65.72% 로 유의적으로 높게 나타났으며, 100%에탄올은 16.95%로 가장 낮게 나타났다. 오디에서도 역시 물 추출물이 77.30%, 50% 에탄올에서는 80.77%로 높은 결과를 보였다. 반면 100% 에탄올 추출구에서는 42.72%로 물과 50% 에탄올 추출구 보다 낮은 값을 보였다. 즉, 뽕잎과 오디는 용매별 차이를 보임을 알 수 있었다. 이는 Cha등(19)의 오디에서 분리한 페놀성 물질의 항산화 효과에 대한 연구결과에서 물 추출물 보다 ethanol 추출물의 전자공여능이 우수하다는 결과와는 대조적인 결과임을 알 수 있었다. Cho 등(20)의 품종에 따른 항산화 효과 비교에서 80% 에탄올을 추출물과 물 추출물에서 80% 이상의 높은 전자공여능을 보였는데, 이는 본 실험의 물 추출물과 50% 에탄올을 추출물과 유사한 결과였다.

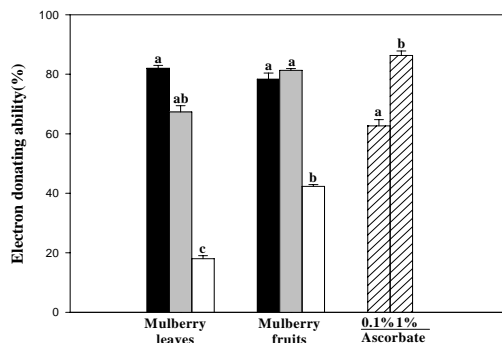


Fig. 1. Electron donating ability (EDA) of mulberry leaves and mulberry fruit extracts.

■: water, ■: 50% ethanol, □: 100% ethanol.

**Tyrosinase 저해 작용**

멜라닌 색소는 자외선으로부터 개체를 보호하는 생물학적으로 아주 중요한 기능을 하는데, 특히 피부에서의 멜라닌은 과잉의 자외선을 흡수, 산란시키는 기능이 있고 피부 내부에서는 자외선에 의한 악영향을 방어하고 있다. 그러나 멜라닌 합성 과정이 촉진 요인에 의해 국부적으로 과도하게 증가하여 제거되지 않으면 기미와 같은 색소침착(pigmentation) 질환이 발생하게 된다(21). Tyrosinase는 식물체, 미생물, 포유류 등에 있어 멜라닌을 생합성하는데

중추적인 역할을 하는 효소이기 때문에 미백 물질의 탐색에 있어 tyrosinase를 저해하는 물질에 대한 연구는 중요하다(22). Fig. 2는 뽕잎과 오디의 물 추출물, 에탄올 추출물의 tyrosinase의 catechol에 대한 산화 갈변화 억제 효과를 측정 한 결과이다. 기준물질인 1% L-ascorbic acid의 경우 96.00%로 유의적으로 가장 높게 나타났(p<0.05). 뽕잎의 경우 99.9%, 에탄올 추출물에서 21.13%로 가장 높은 활성을 보였으며 다음으로는 물 추출물 20.74%, 50% 에탄올 추출물 20.43%의 낮은 값을 보였다. 그러나 유의적인 차이는 나타나지 않았다(p<0.05). 오디 추출물의 경우 뽕잎과는 반대로 50% 에탄올이 21.13%로 가장 높은 활성을 보였으며, 다음으로 99.9% 에탄올 추출물, 물 추출물로 각각 20.63%, 20.25%로 나타났다. 오디 역시 용매별 유의적인 차이는 나타나지 않았다(p<0.05).

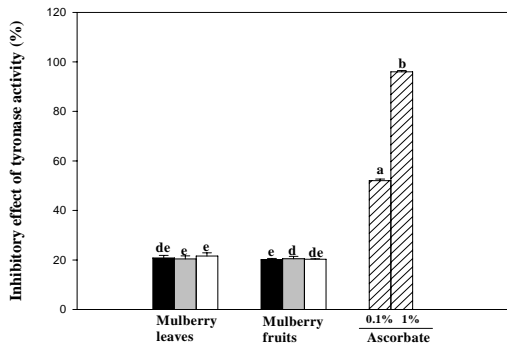


Fig. 2. Tyrosinase inhibition effects of mulberry leaves and mulberry fruit extracts.

■: water, ■: 50% ethanol, □: 100% ethanol.

SOD(super oxide dismutase) 유사활성

Superoxide dismutase (SOD)는 생체 내에서 superoxide radical을 산소로 산화시켜주는 천연항산화제로 알려져 있다. 그리고 활성위치에 결합되어 있는 전이 금속이온의 종류에 따라 Cu/Zn-SOD, Fe-SOD, Mn-SOD 등 세가지의 다른 metalloform으로 존재하고 있다(23-25). 그러나 SOD는 열에 매우 약하여 70℃ 이상의 온도에서는 쉽게 불활성화되며 생리적 조건이나 pH 5.0~9.5 사이에서는 활성에 큰 영향을 받지 않으나 pH 10 이상에서는 매우 불안정한 것으로 알려져 있다(26-29). 또한 SOD는 30 KDa이상의 분자량을 가진 단백질 물질로 체내에 쉽게 흡수되지 못하고 체외로 배출되는 것으로 보고된바 있다(30-31). 본 실험의 추출 용매별 SOD 유사활성 측정결과는 Fig. 3과 같다. 표준물질로 사용된 1% L-ascorbic acid가 78.90%로 유의적으로 높게 나타났(p<0.05). 뽕잎의 결과 물 추출물, 50%, 100% 에탄올 추출물이 각각 26.32%, 25.93%, 24.37%로 에탄올 농도가 증가할수록 감소하는 경향을 보였으며, 그 중 특히 물 추출물이 26.32%로 가장 높은 활성을 보이기는 했지만 유의적인 차이는 보이지 않았다. 오디의 경우 역시 에탄올 농도가 증가할수록 값이 각각 27.10%, 25.93%, 25.54%로

감소하는 경향을 보였지만 유의적인 차이는 보이지 않았다 (p<0.05). 즉 각 추출물의 용매별 유의적인 차이는 나타나지 않았다. Lim(32) 등의 대나무 에탄올 추출물에서는 SOD 유사활성능이 76.1%, Chung(33) 등의 약용작물에서의 활성은 34.8%로 우수한 항산화력을 나타낸 반면 본 실험에서는 25% 내외의 낮은 활성을 보였다.

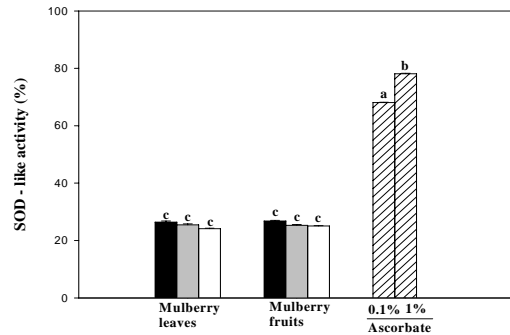


Fig. 3. Superoxide dismutase (SOD)-like activity of mulberry leaves and mulberry fruit extracts.

■: water, ■: 50% ethanol, □: 100% ethanol.

ACE 저해 작용

혈압상승과 관련된 기전의 일부는 angiotensin-converting enzyme(ACE)에 의해 일어나는 것으로 알려져 있으며, ACE는 불활성형인 angiotensin I의 C 말단에 존재하는 His-Leu를 절단하여 angiotensin II를 생성하고 혈압을 감소시키는 bradykin을 불활성화 시키는 효소이다. ACE저해제는 ACE의 작용을 저해함으로써 angiotensin II의 생성저해, aldosterone 분비 감소, 혈관 확장제인 bradykinin의 증가 등의 기능을 통해 신장혈관을 확장시켜 sodium의 배설을 촉진함으로써 혈압을 낮추는 역할을 한다(34). 뽕잎과 오디의 추출용매에 따른 angiotensin I-converting enzyme 저해작용을 측정한 결과는 Fig. 4와 같다. 두 시료를 비교했을 때 뽕잎보다 오디에서 각 추출용매별 활성이 높은 경향을 보였다. 그러나 유의적인 차이는 보이지 않았다. 뽕잎의 경우 물 추출물과 50% 에탄올 추출물에서 각각 28.50%와 28.01%로 측정되었으며, 오디는 물 추출물 38.21%, 50%에탄올 추출물 37.30%로 측정되었다. 두 시료 모두 100% 에탄올 추출물에서 각각 뽕잎은 40.64%, 오디에서는 41.96%로 가장 높은 저해작용을 보였으며, 오디의 경우 각 용매간의 유의적인 차이를 보이지 않았다. 뽕잎의 경우 100% 에탄올 추출물과 50% 에탄올 추출구간의 유의적인 차이를 보였다(p<0.05). Cho(35) 등의 뽕잎에 관한 연구에서는 뽕잎의 물 추출물과 에탄올 추출물 모두 90%이상의 활성억제 효과를 보여 본 실험보다 높은 활성을 보였다. 그러나 추출 시료 양이나, 추출물의 농도를 좀 더 높여 준다면 높은 저해 작용을 하여 고혈압 예방 효과에 우수 할 것으로 판단 되었다.

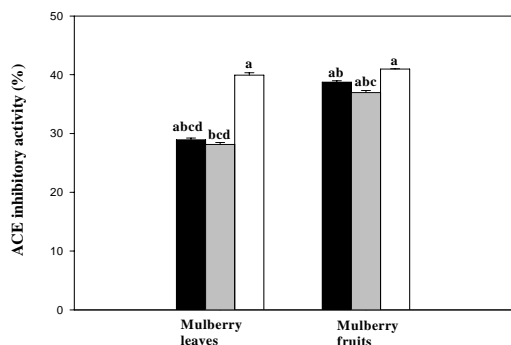


Fig. 4. Angiotensin I-converting enzyme(ACE) inhibition effects(%) of mulberry leaves and mulberry fruit extracts.

■: water, ■: 50% ethanol, □: 100% ethanol.

아질산염소거효과 (Nitrite scavenging activity)

질산염은 식물체내, 소화기관 및 식품의 저장과정에서 질산환원 효소, 환원 세균 등의 작용에 의해 아질산염으로 환원된다. 질산염이 많이 함유된 식품을 다량 섭취하게 되면 methemoglobin증 등 중독 증상을 일으킬 수 있으며 또한 아질산염과 nitroso화 반응은 위장내의 낮은 산성조건에서 쉽게 일어나서 발암 물질인 nitrosamine을 생성 할 수 있다 (36-37). 각 시료의 추출용매별 아질산염 소거작용에 대한 결과는 Table 1과 같다. 뽕잎 추출물과 오디 추출물 모두 물 추출물에 비해 에탄올 추출구에서 감소하는 경향을 보여 용매별 차이를 보였다. 또한 pH가 증가할수록 아질산염 소거능의 활성이 감소하는 경향을 보였다. pH 1.2 조건에서 표준물질인 1% L-ascorbic acid 용액을 제외한 나머지는 유의적으로 높은 활성을 보였다(p<0.05). pH 1.2에서 뽕잎과 오디 물 추출물은 각각 41.87%, 40.03%였다. Kim(38) 등의 당귀와 승검초에 관한 연구에서 pH의 증가에 따른 아질산 소거율의 감소하는 것은 본 연구 결과와 유사한

Table 1. Nitrite scavenging ability of mulberry leaves and mulberry fruit for extract condition

Species	Solvent	Nitrite scavenging ability (%)			
		pH 1.2	pH 3.0	pH 4.2	pH 6.0
Mulberry leaves	Water	41.87±1.80 <sup>a</sup>	27.19±1.08 <sup>b</sup>	19.55±0.51 <sup>c</sup>	15.37±1.30 <sup>d</sup>
	50% EtOH	31.97±1.71 <sup>a</sup>	21.47±1.52 <sup>b</sup>	14.38±2.10 <sup>c</sup>	13.93±1.44 <sup>c</sup>
	100% EtOH	18.25±1.61 <sup>a</sup>	12.83±1.72 <sup>b</sup>	12.02±1.22 <sup>b</sup>	11.76±1.08 <sup>b</sup>
Mulberry fruit	Water	40.03±0.24 <sup>d</sup>	23.51±1.80 <sup>b</sup>	17.08±4.67 <sup>c</sup>	15.97±1.78 <sup>c</sup>
	50% EtOH	39.75±1.20 <sup>a</sup>	22.62±1.62 <sup>b</sup>	16.85±4.02 <sup>c</sup>	13.33±1.62 <sup>c</sup>
	100% EtOH	31.54±3.18 <sup>a</sup>	21.35±0.58 <sup>b</sup>	14.72±3.22 <sup>c</sup>	25.57±1.10 <sup>b</sup>
1% L-ascorbic acid		84.02±0.65 <sup>c</sup>	85.39±0.22 <sup>b</sup>	87.30±0.85 <sup>a</sup>	86.07±0.55 <sup>ab</sup>
0.1% L-ascorbic acid		82.04±2.34 <sup>a</sup>	76.62±3.54 <sup>b</sup>	67.30±1.01 <sup>c</sup>	59.42±0.75 <sup>d</sup>

All values are expressed as mean ±SD of triplicate determinations. Means with the same lettered superscripts in a same row are not significantly different at the 0.05 level by Duncan's multiple range test.

경향 이었다. Kato 등(39)의 여러 가지 pH 조건에서 nondialyzable melanoidins 을 첨가하여 nitrosamine 형성 억제효과를 측정한 결과 pH 1.2에서 99%로 가장 높은 억제효과를 보였다는 보고가 있다. 이는 본 실험에서 pH 1.2의 소거율이 가장 높은 결과와는 유사하였지만 그 소거율이 40% 내외로 나타나 그 활성이 조금 낮음을 알 수 있었다.

요 약

뽕잎과 오디를 물, 50% 에탄올, 100% 에탄올 용매를 이용하여 microwave로 추출하여 이의 생리활성을 측정하였다. 뽕잎과 오디의 전자공여작용의 측정결과 모두 용매별 차이를 보였으며, 물과 50% 에탄올 추출물에서 65.22~81.77%로 높은 활성을 보였다. Tyrosinase는 20.25~21.13%로 20% 내외의 결과를 보였으며 용매별 차이는 없었다. SOD 유사활성 측정결과 뽕잎과 오디 모두 에탄올 농도가 증가할수록 활성이 감소하는 경향을 보여 물 추출물의 활성이 높게 나타났다. ACE 저해작용의 경우 모든 추출물에서 뽕잎보다 오디의 활성이 높게 나타났다. 전자공여작용, tyrosinase저해작용, SOD 유사활성 모두 물과 50% 에탄올 추출구에서 상대적으로 높은 활성을 보였으나, ACE 저해작용의 경우 100% 에탄올 추출구에서 가장 높은 활성을 보였다. 아질산염 소거능은 pH의 증가에 따라 그 활성이 감소하는 경향을 보였다. 결론적으로 뽕잎과 오디 추출구의 경우 SOD 유사활성, 티로시나제 저해 효과, ACE 저해활성, 아질산염 소거작용에서는 낮은 결과를 보였지만 어느 정도의 활성을 보였으며, 우수한 전자공여작용이 있는 것으로 판단되므로 추출 시 시료의 양이나 추출물의 농도를 조금씩 높여 준다면 천연 항산화제로서의 이용가능성을 높일 수 있을 것으로 판단되었다.

참고문헌

1. Jeong, C.H., Joo, O.S. and Shim, K.H. (2002) Chemical components and physiological activities of young mulberry(*Morus alba*) stem. Korea J. Food Preserv., 9, 228-233
2. Kim, H.B., Lee, Y.W., Lee, W.J. and Moon, J.Y. (2001) Physiological effects and sensory characteristics of Mulberry fruit wine with chongilppong. Korean J. Seris. Sci., 43, 16-20
3. Lee, J.M., Kim, J.A. and Lee, M.J. (2002) Sensory and physicochemical attributes of boogags using mulberry leaf. Korean J. Dietary Culture, 17, 103-110
4. Kim, T.W., Kwon, Y.B., Lee, J.H., Yang, I.S., Youm,

- J.K., Lee, H.S. and Moon, J.Y. (1996) A study on the antidiabetic effect of mulberry fruits. *Korean J. Setic. Sci.*, 38, 100-107
5. Kim, S.Y., Park, K.J. and Lee, W.C. (1998) Antiinflammatory and antioxidative effect of *Morus* spp. fruit extract. *Korean J. Medicinal Crop. Sci.*, 6, 204-209
  6. Kim, H.B., Kim, S.Y., Ryu, K.S., Lee, W.C. and Moon, J.Y. (2001) Effect of methanol extract from mulberry fruit on the lipid metabolism and liver function in cholesterol- induced hyperlipidemia rats. *Korean J. Setic. Sci.*, 43, 104-108
  7. Kim, H.B., Kim, A.J. and Kim, S.Y. (2003) The analysis of functional materials in mulberry fruits and food product development trends. *Food Sci. Ind.*, 36, 49-60
  8. Kim, H.B., Lee, Y.W., Lee, W.J. and Moon, J.Y. (2001) Physiological effects and sensory characteristics of mulberry fruit wine with chongilppong. *Korean J. Seric. Sci.*, 43, 16-20
  9. Cha, W. S., Shin, H. R., Park, J. H. and Oh, S. L. (2004) Antioxidant activity of phenol compounds from mulberry fruits. *Korean J. Food Preserv.*, 11, 383-387
  10. Giese J. (1992) Advances in microwave food processing. *Food Technol.*, 46, 118-123
  11. Schiffmann R. F. (1992) Microwave processing in the U.S. food industry. *Food Technol.*, 46, 50-56
  12. Kang, Y.H., Park, Y.K. and Lee, G.D. (1996) The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 28, 232-239
  13. Wong, T.C., Luh, B.S. and Whitaker, J.R.(1971) Isolation and characterization of polyphenol oxidase of clingston peach. *Plant Physiol.*, 48, 19-23
  14. Kim, S.M., Cho, Y.S. and Sung, S.K. (2001) The antioxidant ability of plant extracts. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 33, 626-623
  15. Folin, O. and Denis, W. (1912) On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J. Biol. Chem.*, 12, 239-249
  16. Cushman, D.W. and Chung, H.S. (1971) Spectrophotometric assay and properties of the angiotensin-converting enzyme of rabbit lung. *Biochem. Pharmacol.*, 20, 1637-1648
  17. Gray, J.I. and Dugan, Jr L.R. (1975) Inhibition of N-nitrosamine formation on model food system. *J. Food Sci.*, 40, 981-984
  18. Duncan, D.B. (1995) Multiple range and multiple F test. *Biometrics.*, 11, 1-42
  19. Cho, Y.J., Chun, S.S., Lee, K.H., Kim, J.H., Kwon, H.J., An, B.J. and Kim, M.U.(2006) Screening of the antimicrobial activity against *helicobacter pylori* and antioxidant by extracts from mulberry fruits (*Morus alba* L.) *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 35, 15-20
  20. Cho, Y.J., Ju, I.S., Kim, J.H., Lee, B.J. and Choo, J.W. (2007) The antimicrobial activity against *helicobacter pylori* and antioxidant effect from the extracts of mulberry leaves(*Morus Alba* L.). *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.*, 50, 334-343
  21. Park, J.H., Chin, Y.G., Shin, U.K., Beak, S.K., Chung, M.H. and Par, Y.I. (1997) Tyrosinase inhibition activity of some herbal drugs. *Arch. Pharm. Res.*, 4, 518-523
  22. Shimizu, K., Yasutake, S. and Kondo, R. (2003) A new stillbene with tyrosinase inhibitory activity from *chlorophora excelsa*. *Chem. Pharm. Bull.*, 51, 318-319
  23. McCord, J.M. and Fridovich, I. (1969) Superoxide dismutase an enzymatic function for crythrocytein (hemocuprein). *J. Biol. Chem.*, 244, 6049-6055
  24. Halliwell, B. (1974) Superoxide dismutase, catalase and glutathione peroxidase: solution to the problems of living with oxygen. *New Phytol.*, 73, 1075-1080
  25. Becana, M., Paris, F.J., Sandalio, L.M and Del Rie, L. A.(1989) Isoenzymes of superoxide dismutase in nodules of *Phaseolus vulgaris* L., *Pisum sativum* L. and *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *Plant Physiol.*, 90, 1286-1292
  26. Korycka-Dahl, M., Richardson, T. and Hicks, C.L. (1979) Superoxide dismutase activity in bovine milk serum. *J. Food Prot.*, 42, 867-871
  27. Hicks, C.L., Bucy, J. and Stofer, W. (1979) Heat inactivation of superoxide dismutase in bovine milk. *J. Dairy Sci.*, 62, 529-532
  28. Walker, J.L., McLellan, K.M. and Robinson, D.S. (1987) Heat stability of superoxide dismutase in cabbage. *Food Chem.*, 23, 245-256
  29. Rotilio, G., Bray, R.C. and Fielden, E.M. (1972) Heat stability of superoxide dismutase. *Biochim. Biophysic. Acta.*, 268, 605-609
  30. Donnelly, J.K., McLellan, K.M., Walker, J.L. and Robinson, D.S. (1989) Superoxide dismutases in foods. A review. *Food Chem.*, 33, 243-270
  31. Kim, S.J., Han, D., Moon, K.D. and Rhee, J.S. (1995) Measurement of superoxide dismutase-like activity of natural antioxidants. *Biosci. Biotech. Biochem.*, 59, 822-826
  32. Lim, J.A., Na, Y.S. and Baek, S.H. (2004) Antioxidative activity and nitrite scavenging ability of ethanol extract

- from *phyllostachys bambusoides*. Korean J. Food Sci. Technol., 36, 306-310
33. Chung, I.M., Kim, K.H. and Ahn, J.K. (1998) Screening of Korean medical and food plants with antioxidant activity. Korean J. Med. Crop. Sci., 6, 311-322
34. Noh, H. and Song, K.B. (2001) Isolation of an angiotensin converting enzyme inhibitor from *oenanthe javanica*. Agric. Chem. Biotechnol., 44, 98-99
35. Cho, Y.J., Chun, S.S., Kwon, H.J., Kim, J.H., Lee, K.H., An, B.J. and Choo, J.W (2006) Inhibitory effects of water and 80% ethanol extracts from mulberry leaves (*Morus alba* L.) on angiotensin converting enzyme and xanthine oxidase. J. Korean Soc. Appl. Bio. Chem., 49, 114-124
36. Bartsh, H., Ohshima, H. and Pignatelli B. (1988) Inhibition of endogenous nitrosation: Mechanism and implication in human cancer prevention Mit. Res., 202, 307-324
37. Hyun, S.H., Lee, J.S., Lee, K.B. and Lee, J.S (2007) Antioxidative activity of *Gynostemma pentaphyllum* Makino extracts. Korean J. Food Sci. Technol., 39, 447-451
38. Kim, H. S. and Joung, S. W. (2006) Effective components and nitrite scavenging ability of root and leaves of *Angelica gigas* Nakai. Korean J. Cookery Sci., 22, 957-965
39. Kato, H., Lee, I.E., Chuyen, N.V., Kim, S.B and Hyase, F. (1987) Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins. Agric. Bio. Chem. 51, 1333-1338
- 
- (접수 2009년 3월 19일, 채택 2009년 5월 29일)