 <http://dx.doi.org/10.20878/cshr.2017.23.5.016>

붉나무(*Rhus chinensis* Mill) 에탄올 추출물의 항균 및 항산화 활성에 대한 연구

박서영¹ · 이민호² · 소영진^{1*}

¹을지대학교 미용화장품과학과, ²을지대학교 식품산업외식학과

A Study on Antimicrobial and Antioxidant Activity of Ethanol Extract of *Rhus chinensis* Mill

Seo-Young Park¹ · Min-ho Lee² · Young-Jin So^{1*}

¹Dept. of Beauty Cosmetics Science, Eulji University

²Dept. of Food Technology and Service, Eulji University

KEYWORDS

Rhus chinensis Mill
extract ethanol,
Antimicrobial,
Antioxidant,
Dermatophyte,
Physiological activity,
Skin flora.

ABSTRACT

In this study, the *Rhus chinensis* Mill was divided into bark and inner bark. The antimicrobial activity and the antioxidative activity of the extracts were investigated by using the organic solvent fractions after the extraction and concentration with ethanol. This study showed the possibility of functional materials such as raw materials for cosmetics and food supplements. This study was the antimicrobial activity and antioxidant activity of five microorganisms (*S. aureus*, *E. coli*, *B. subtilis*, *P. aeruginosa*, and *P. ovale*). The following conclusions were obtained. First, the antimicrobial activity of *B. subtilis* was found to be high in the ethanol extract of. Second, DPPH scavenging activity was 86.4% free radical scavenging activity at 2.5 mg/mL bark part and 61.9% free radical scavenging activity at 2.5 mg/mL in inner *Rhus chinensis* Mill bark part. The ABTS scavenging activity was 79.2% free radical scavenging at 1 mg/mL bark fraction and 63% free radical scavenging activity at 1 mg/mL in inner bark, and bark showed higher antioxidant activity than inner bark. These results suggested that the antimicrobial activity and antioxidant activity of *Rhus chinensis* Mill extract can be used as a natural material. Specific and diverse physiological activity studies are expected in the future.

1. 서 론

붉나무(*Rhus chinensis* Mill)는 율나무과(Anacardiaceae)에 속하며, 일본, 중국, 만주, 대만, 히말라야, 인도차이나 등에 분포한다(Bae, 2000; Lee, 1980). 붉나무는 오배자나무·염부목·굴나무·빨나무·불나무라고 하고, 깊은 산속에서 자라며, 율나무에 속하지만 독성이 없고, 율나무 종류 가운데

에서는 율이 가장 약한 편이다(Jeong et al., 2004). 맛은 시고 짠맛이 있으며, 성질은 차며, 겨울이 되면 줄기 끝부분에 겨울눈(冬芽)이 형성된다. 동의보감(東醫寶鑑)에 붉나무로 기록되어 있으며, 한방에서는 오배자(五倍子)나무라고 부르며 이 질, 설사 등의 수렴 지사제로, 줄기껍질은 염부 수백피라고 하여, 혈리, 중독, 창개, 악창을 치료하는데 사용되고 있다(Jin, 2013; Jeon, 2008). 조선왕조실록 세종지리지에 오배자

* 본 논문은 제1저자 박서영의 석사학위 논문의 일부를 발췌한 것입니다.

* Corresponding author: 소영진, yjso@eulji.ac.kr, 경기도 성남시 수정구 성남대로 553, 을지대학교 미용화장품과학과

를 많이 생산하는 지역이 원주, 양양, 강릉 지방이라고 소개되어 있고, 아까시나무 잎처럼 복엽으로 같은 속의 옷나무, 개옷나무 잎과 비슷하다. 세종대왕이 편찬한 구황벽곡방에서 곡식을 구할 수 없을 때 음식대용으로 사용되었다는 기록이 있으며, 15세기 구급간이방(救急簡易方)에서 한글로 우비즈로 표기한 것을 통해 이미 500여 년 전에도 붉나무는 유용한 식물자원임을 알 수 있다. 붉나무(*Rhus chinensis* Mill)에 대한 Matsuda(1966)의 연구에서 잎의 성분으로 엘라직 엑시드(ellagic acid), 시키믹 엑시드(sikimic acid), 퀘시트린(quer-citrin), 마이리시트린(myricitrin), 갈로타닌(gallotannin)을 함유하고 있는 것으로 보고하였다. 또한 붉나무의 수피에서 phenolic 화합물 gallic acid, methyl gallat e, 1,2,3,4,6-penta-ogalloyl- β -D-glucose, orcinol, orcinol- β -D-glucoside와 2종의 coumarin계 화합물(scopoletin, scopolin)을 분리, 동정하였다(Jeong et al., 2004). 붉나무의 주요 성분인 탄닌과 폴리페놀 성분은 수렴작용, 지사작용, 지혈작용, 억균작용, 선분비 억제작용 등이 나타나는 것으로 보고되고 있다(Rieger, 1987). 이와 같이 붉나무는 예로부터 한방이나 민간요법에서 다양한 질병의 치료제로 이용되어 오고 있어 기능성물질이 함유되어 있을 것으로 추정되나, 붉나무에 관한 연구로는 수피와 잎의 성분과 관한 보고가 있다(Jung et al., 1999).

최근에는 보다 안전한 새로운 형태의 의약품의 개발의 필요성이 대두됨에 따라 식물성 천연물질을 이용하여 생리활성을 조절하고, 기존의 항생제 등에 나타나는 여러 가지 부작용이 없고, 항균 효과가 좋은 천연물에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다(Chomnawang, Surassmo, Nukoolkam, & Gritsanapan, 2005; D'Arrigo, Ginestra, Mandalari, Furneri, & Bisignano, 2010). 생리활성물질은 항산화 작용, 해독작용, 면역기능 증강 작용, 호르몬 조절 작용, 항균 또는 항바이러스 작용을 통해 노화를 지연시키거나, 각종 성인병을 예방한다. 또한 생약재 및 식품식물로부터 항산화 효과뿐만 아니라, 천연 항균성 물질, 항암 물질을 개발하기 위한 연구도 활발히 진행되고 있다(Han & Kyung, 1995; Paek, Lee, Baek, Kim, & Ahn, 1995). 식물체는 광합성 과정에서 발생하는 활성산소종에 대한 산화적 손상으로부터 보호할 수 있는 다양한 형태의 항산화 물질을 생성하고 있는 것으로 알려져 있으며, 식물체는 다양한 병원체로부터 자신을 보호하기 위해 다양한 방어기작을 가지고 있다. 특히 외부 자극에 대응해서 생성하는 phytoalexin 등 대사 물질이나 병원체를 직접적으로 방어하는 chitinase와 β -1,3-glucanase 등의 단백질은 이미 잘 알려져 있다. 이러한 물질들은 곰팡이나 세균에 대한 방어 기작으로 작용한다(Albersheim, & Valent, 1978; Yeo et al., 1995). 식물 속에 들어 있는 물질로는 phenolic compound, flavonoid, nitrogen compound, amino acid와 amine 그리고 carotenoid가 효과가 있다고 알려져 있다(Larson, 1988). 식물 유래

의 2차 대사산물들은 일반적으로 유지의 산화를 막거나, free radical과 활성산소의 생성을 억제하거나 제거시켜서 산화에 의한 세포손상을 방지한다는 것이 생체 실험결과 밝혀졌다(Rieger, 1987). Free radical과 활성산소를 억제하는 항산화제의 기작을 분류해 보면, 주로 BHA, BHT와 같은 free radical terminator, ascorbic acid나 glucose oxidase와 같은 reducing agent 혹은 oxygen scavenger, citric acid와 EDTA와 같은 chelating agent 그리고 thiodipropionic acid와 같은 secondary antioxidant가 알려져 있다(Dziedzic, 1986; Lee, 1996).

피부 상재균주로는 그람 양성균인 황색포도상구균(*Staphylococcus epidermidis*), 식중독균(*Bacillus cereus*), 코리네박테리아(*Corynebacterium*), 고초균(*Bacillus subtilis*), 그람 음성균으로는 대장균(*Escherichia coli*), 녹농균(*Pseudomonas aeruginosa*), 무좀균(*Trichophyton rubrum*) 등이 있으며, 효모균으로는 *Candida albicans*와 *Malassezia furfur*가 존재한다고 보고되고 있다. 이러한 균들은 병원성과 독소 생산으로 피부의 염증을 유발시키는 세균들이다(Park, Lee, Baek, Kim, & Ahn, 1995). 세균의 증가는 감염병 치료에 많은 어려움을 야기하고 있으며, 그와 관련하여 전통약물 같은 천연자원에 존재하는 항균성 물질을 치료에 이용하고자 하는 연구가 활발히 수행되고 있다(Liu, Durham, & Richards, 2000). 선행 연구된 천연 항균 물질과 항산화 물질로는 금송(*Sciadopitys verticillata* Siebold & Zucc.), 상백피(*Mori cortex*), 사자발쑥(*Artemisia princeps* Pamp), 감귤(*Citrus unshiu* Marc.), 꼭두서니(*Rubia akane*), 잇꽃(*Carthamus tinctorius*), 지치(*Lithospermum erythrorhizon*), 황금(*Scutellaria baicalensis*), 단삼(*Salvia miltiorrhiza* Bunge), 사프란(*Crocus sativus*), 울금(*Curcuma longa* Linne) 등이 있으며(Lee, 2007; No, 2011; Chang et al., 2009), 식물성 재료 및 곡물류 등을 이용해 제조한 다류 제품에도 생리활성 기능이 있는 것으로 밝혀지면서 녹차를 비롯한 다류 식품의 소비가 크게 증가하고 있으며, 우리나라에서는 생강, 매실, 감잎, 두충, 오미자, 구기자, 산수유, 신선초 등 다양한 식물을 원료로 기능성 식품 및 다류 제품으로 이용되고 있다(Ji, 1997).

최근에는 붉나무 수피로부터 세미아라틱 엑시드(semialactic acid)를 비롯하여 세미아라톤(semialactone), 아이소포퀴에론 퍼록사이드(isofouquierone peroxide)와 포퀴에론(fouquierone) 등의 신물질이 보고되기도 하였다(Lee, Oh, Ahn, & Lee, 2001). 붉나무 추출물을 라면과 감자 후레이크에 첨가시 상당한 산화 방지 효과가 인정되고 있다고 보고되어 있으나(Shin, Lee, Chang, & Kang, 1992), 항산화 효과 실험을 한 것은 아니었고, 다만 붉나무의 총영양인 오메가3를 이용한 연구에서 gallic acid 및 몇 가지 항산화 물질이 검출되었다(Kim, Lee, & Yoon, 1992). 따라서 오메가3에 대한 연구는 진행되어 염증치료, 약품개발, 화장품 개발 등은 진행되고 있지만, 붉나무(*Rhus chinensis* Mill)를 이용한 항균성 및 항산화 등 생

리활성에 관한 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 붉나무를 외피(bark)와 내피(inner bark)로 구분하여 잘게 잘라 추출하여 피부 상재균인 *S. aureus*, *E. coli*, *B. subtilis*, *P. aeruginosa* 및 *P. ovale* 등 5가지 균의 항균성과 항산화 활성을 분리, 평가함으로써 그 결과를 바탕으로 천연 화장품 개발 및 식품 보조제 소재 등 기능성 물질의 이용가능성을 제시하고자 연구를 수행하였다.

2. 재료 및 실험방법

2.1. 실험 재료

2.1.1. 붉나무

건조한 붉나무를 서울소재 약재시장에서 구매하여 사용하였다. 추출 효율성을 높이기 위해 붉나무를 외피(bark)와 내피(inner bark)로 구분하여 잘게 잘라 추출하기 전까지 밀폐된 상태로 냉동 보관하여 본 실험에 사용하였다(Fig. 1).

2.1.2. 사용 균주

사용된 균주는 황색포도상구균 *Staphylococcus aureus* (ATCC 33591), 대장균 *Escherichia coli* (ATCC 25922), 고초균 *Bacillus subtilis* (ATCC 6051), 녹농균 *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853), 비듬균 *Pityrosporum ovale* (ATCC 12078)이 한국미생물보존센터에서 분양받아 배양하였다. 배지로는 MUELLER-HINTON Broth (Oxoid, UK), Reinforced Clostridial medium (BD, USA), Nutrition Broth (BD, USA)를 사용하였고, 고체배지를 만드는데 Bacto Agar(BD, USA)를 구입해서 사용하였다.

2.1.3. 사용 기기

항균활성을 알아보기 위한 실험에 사용된 기구로는 Petri dish (SPL, Korea), Paper disc (Advantec, Japan), AnaeroGen 2.5L (Thermo, USA), Anaer indicator (Biomerieux, Germany) 기기를 사용하였다.

2.2. 실험 방법

2.2.1. 붉나무 추출법

건조시료 중량의 20배의 70% 에탄올을 가하여 상온에서

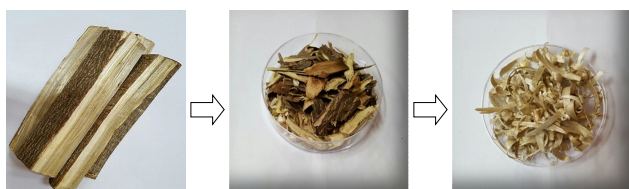


Fig. 1. Dried *Rhus chinensis* Mill(left) and their bark/inner bark(right).

48시간 침지하여 추출하여 Whatman No. 1(Whatman Ltd., Maidstone, Kent, UK) 여과지를 이용하여 여과하였다. 그 후 원심분리기에서 3,000 rpm, 15분간 원심분리하였으며, rotary vaccum evaporator (EYELA, Japan)를 통해 감압농축 처리하고, -10~-30℃의 저온에서 동결 건조시켜 최종 시료를 만들어 실험에 사용하였다.

2.2.2. 사용균 배양과 방법

각 균주의 배양조건은 Table 1과 같으며, 실험에 사용한 배지는 MUELLER-HINTON Broth (Oxoid, UK), Reinforced Clostridial medium (BD, USA), Nutrition Broth (BD, USA)것을 사용하였다.

2.2.3. 항균 활성 측정

디스크 확산법(disc diffusion assay)을 이용하여 붉나무 에탄올 추출물의 항균력을 측정하였다. 평판(고체)배지에 배양된 각각의 균주를 1 colony 취하여 액체배지 4 L에 풀어 18~20시간 배양하여 37℃ shaking incubator에서 활성화시킨 후, 다음날 배양된 세포 배양액 0.1 mL를 새로운 액체배지 4 mL에 넣어 다시 배양시킨 후에 실험에 사용하였다. 평판배지 1개당 균수가 $1 \times 10^6 \sim 5 \times 10^6$ /mL가 되도록 균주를 접종하여, spreader를 통해 고르게 도말하였다. 동결 건조시킨 붉나무 에탄올 추출은 4가지 농도(DMSO, 0.5 mg/mL, 2.5 mg/mL, 5 mg/mL, 10 mg/mL)로 희석하여 8 mm paper disc에 각각 0.1 mL씩 흡수시켜 배지위에 올려놓고, 37℃ incubator에서 24~72시간 동안 배양하였다.

2.2.4. 항산화 활성 측정

2.2.4.1. DPPH Free Radical 소거능

항산화력을 측정하기 위해, 비교적 화학적으로 안정화된 free radical인 2,2-Diphenyl-1-picryl hydazyl (DPPH)을 이용하여 붉나무 에탄올추출물의 free radical 소거 활성을 측정하였다. 에탄올에 DPPH를 희석하여 0.6 mM DPPH solution을 제조하였다. 각 추출물을 에탄올에 녹여 필요한 농도로 희석

Table 1. The culture condition of bacteria used for the experiments

Strain	Medium	Incubation condition
<i>S. aureus</i>	Mueller Hinton broth	37℃
<i>E. coli</i>	Mueller Hinton broth	37℃
<i>B. subtilis</i>	Mueller Hinton broth	37℃
<i>P. aeruginosa</i>	Mueller Hinton broth	37℃
<i>P. ovale</i>	Nutrient Hinton broth	37℃

해서 사용하였다. 각각의 농도의 추출물 시료를 0.2 mM DPPH solution과 1:1의 비율로 혼합한 후, 암전 상태로 30 분간 반응하여 Microplate reader를 이용해 517 nm에서 흡광도를 측정하였다.

$$\text{Scavenging activity} = (A \text{ control} - A \text{ sample}) / A \text{ control} \times 100$$

2.2.4.2. ABTS Free Radical 소거능

2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS)를 이용하여 붉나무 에탄올 추출물의 free radical 소거능을 측정하였다. 먼저 2.7 mM potassium bicarbonate 용액에 ABTS tablet을 넣어 free radical을 형성하게 한다. 이를 위해 암 상태로 상온에서 18시간 동안 둔다. 다음날, 붉나무 에탄올추출물을 에탄올로 각각의 농도로 희석하여 준비한 샘플들과 활성화된 ABTS 용액을 1:1로 섞을 후에 10분간 반응시킨 후, microplate reader를 이용해 405 nm에서 흡광도를 측정하였다.

$$\text{Scavenging activity} = (A \text{ control} - A \text{ sample}) / A \text{ control} \times 100$$

2.2.4.3. 자료분석

본 연구에서 얻어지는 실험결과는 3회 반복 측정 후 평균± 표준편차로 나타내었으며, 평균값의 통계적 유의성은 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test에 의해 검정을 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 항균 활성 측정

붉나무 에탄올추출물의 디스크 확산법을 이용한 항균 활성 측정 결과는 Table 2, Fig. 2와 같다.

항균활성을 측정한 결과, *S. aureus*은 bark와 inner bark, *P. aeruginosa*은 bark에서 0.5 mg/mL, 2.5 mg/mL, 5 mg/mL에서 대체적으로 비슷한 clear zone이 생성되었다.

S. aureus, *P. aeruginosa*, *P. ovale*에서는 bark 2.5 mg/mL,

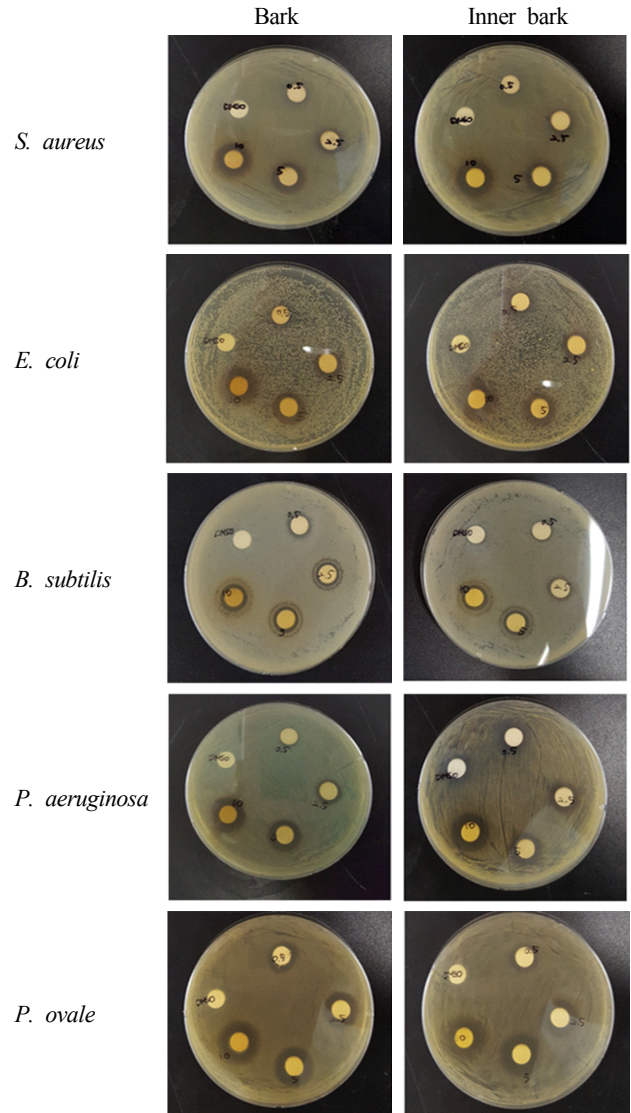


Fig. 2. Antimicrobial activities concentrations(DMSO, 0.5 mg/mL, 2.5 mg/mL, 5 mg/mL, 10 mg/mL) of ethanol extract from *Rhus chinensis* Mill).

5 mg/mL, 10 mg/mL에서 clear zone이 생성되었다. *S. aureus*에서는 10 mg/mL에서 조금 더 높게 나타났으며, *P. ovale*에

Table 2. Size of clear zone against *S. aureus*, *E. coli*, *B. subtilis*, *P. aeruginosa*, *P. ovale* by treatment with different concentration of ethanol extract (bark/inner bark)

Concentration (mg/mL)	<i>S. aureus</i>		<i>E. coli</i>		<i>B. subtilis</i>		<i>P. aeruginosa</i>		<i>P. ovale</i>	
	Bark	Inner bark	Bark	Inner bark	Bark	Inner bark	Bark	Inner bark	Bark	Inner bark
0.5	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—
2.5	10	—	10	10	12	—	10	10	12	—
5	12	1	12	12	14	12	12	12	14	10
10	16	14	16	15	16	12	14	14	14	14

서는 균등한 clear zone이 생성되었다. *S. aureus*, *B. subtilis*, *P. ovale*은 inner bark 0.5 mg/mL, 2.5 mg/mL에서 clear zone이 생성되지 않았다. *E. coli*, *P. aeruginosa*는 inner bark 2.5 mg/mL, 5 mg/mL, 10 mg/mL에서 대체로 비슷한 clear zone이 생성되었다.

이와 유사한 연구로는 오배자 발효추출물을 이용한 *S. aureus*, *B. subtilis*에 대해 항균활성이 있다고 보고되어 있으며 (Seo, 2010), 이는 본 연구결과와 유사하게 나타났다. 또한 율나무 발효추출물을 이용한 *E. coli*에 대한 항균 및 항바이러스 효과가 보고되어 있으나(Im, 2013), 율나무과에서는 *P. aeruginosa*, *Pityrosporum ovale*에 대한 연구는 아직 연구된 사례는 없으며, 천연 항균 물질인 황금, 산수유잎 에탄올 추출물을 이용한 항균 활성 측정 결과, 항균력이 있다고 보고되었고(Woo, 2007; Yu 2015), 동백나무잎 에탄올 추출물과 마늘추출물의 항균성과 두피에 미치는 영향 연구에서 항균 활성 측정 결과는 항균력이 있다고 보고되었다(Kim, 2014; Park, 2011).

3.2. 항산화 활성 측정

3.2.1. DPPH Free Radical 소거능

붉나무 에탄올 추출물의 항산화 활성 DPPH 소거능 효과는 다음과 같다. Bark부분에서는 농도 0.01 mg/mL에서 0.6%, 0.05 mg/mL에서 9.1%, 0.1 mg/mL에서 19.1%, 0.5 mg/mL에서 52.2%, 1 mg/mL에서 74.6%, 2.5 mg/mL에서 86.4% free radical이 소거되었다. Inner bark 부분에서는 농도 0.05 mg/mL에서 3.2%, 0.1 mg/mL에서 9.9%, 0.5 mg/mL에서 25.1%, 1 mg/mL에서 52%, 2.5 mg/mL에서 61.9% free radical 소거능을 나타냈으며, inner bark에서 보다는 bark에서 항산화 활성이 높은 것으로 나타났다(Table 3).

DPPH free radical 소거 활성 측정법은 1958년 처음 소개되었고, 색상의 변화 정도를 이용하여 항산화 활성을 측정하는 아주 간편한 방법이다(Choi et al., 2003). DPPH은 비교적 안정된 프리 라디칼을 가지고 있는 수용성 물질로써 515~520 nm 최대 흡광도를 가지고 있다. 항산화 활성이 있는 물질과 만나면 라디칼이 소멸되고, 특유의 보라색이 없어지면서 특정 파장대에서 흡수가 없어지게 된다(Kim, Youn, Jang, Song, & Ahn, 2004). DPPH은 phenolic acid와 flavonoids 및 기타 phenolic 물질에 대한 항산화 작용의 지표라고 하였으며, 이러한 물질은 환원력이 클수록 free radical 소거능이 우수하다(Kang, Park, Oh, & Moon, 1995).

DPPH free radical은 매우 안정한 상태의 radical이다. 따라서 radical을 소거하는 정도로써 항산화 활성을 평가하여 붉나무 에탄올 추출물은 농도에 따른 항산화 활성 능력을 나타냈으며, 최고 농도 2.5 mg/mL에서 bark는 86.4%, inner bark

Table 3. DPPH scavenging assay by concentration different addition rate of *Rhus chinensis* Mill

Sample (%)	Bark Mean±S.D.	Inner bark Mean±S.D.
0.01	0.6±0.05 ⁱ	
0.05	9.1±1.0 ^f	3.2±0.6 ^h
0.1	19.1±4.0 ^g	9.9±2.8 ^f
0.5	52.2±8.0 ^d	25.1±4.2 ^e
1	74.6±9.5 ^b	52±6.0 ^d
2.5	86.4±11.8 ^a	61.9±.09 ^e

Concentration of the material which is required to scavenging 50% of DPPH radicals. Each value is presented as Mean±S.D. of 3 times. Means with different letters are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

에서는 61.9% free radical을 소거하였다.

이와 유사한 연구로는 붉나무의 수피 추출물과 율나무과인 산겨릅나무 수피 추출물과 단풍나무 가지 추출물의 연구에서 보고한 DPPH free radical 소거능 결과, 항산화력이 있는 것으로 나타나 본 연구 결과와 일치하였다(Lee, 1993; Kim, 2006; Lee, 2016). 신체의 radical 생성은 특히 피부노화를 야기시킨다. 따라서 붉나무 추출물은 피부의 노화를 막기 위한 화장품 소재 및 미백제품, 자외선 차단제, 식품, 건강식품 보조제등의 사용 가능성이 있다고 사료된다.

3.2.2. ABTS Free Radical 소거능

ABTS free radical 소거능은 ABTS을 potassium bicarbonate 용액에 free radical을 형성시켜 소거능을 확인하는 방법으로 DPPH free radical 소거능 측정과 매우 유사한 방법으로 흡광도(405 nm)의 농도에 따라 결과물이 달리 나오게 된다. 항산화 활성이 있는 물질과 만나면 radical이 소멸되고, 특유의 짙은 청녹색이 없어지게 된다. ABTS 페놀성 화합물은 수소를 공여하여 radical을 제거함으로써 항산화 작용을 하는 것으로 보고되었다(Labuza & Dugan Jr, 1971; Aoshima, Tsunoue, Koda, & Kiso, 2004).

붉나무 에탄올 추출물의 항산화 활성 ABTS 소거능 효과는 다음과 같다. Bark 부분에서는 농도 0.01 mg/mL에서 10.8%, 0.05 mg/mL에서 39.1%, 0.1 mg/mL에서 61.1%, 0.5 mg/mL에서 70.3%, 1 mg/mL에서 79.2% free radical이 소거되었다.

Inner bark 부분에서는 농도 0.01 mg/mL에서 5.4%, 0.05 mg/mL에서 22.8%, 0.1 mg/mL에서 40%, 0.5 mg/mL에서 51.7%, 1 mg/mL에서 63% free radical 소거능을 나타냈으며, inner bark에서 보다는 bark에서 항산화 활성이 높은 것으로 나타났다(Table 4).

Table 4. ABTS scavenging assay by concentration different addition rate of *Rhus chinensis* Mill

Sample(%)	Bark Mean±S.D.	Inner bark Mean±S.D.
0.01	10.8±1.1 ^g	5.4±0.7 ^h
0.05	39.1±3.5 ^e	22.8±2.0 ^f
0.1	61.1±5.6 ^c	40±3.2 ^e
0.5	70.3±5.0 ^b	51.7±5.3 ^d
1	79.2±6.4 ^a	63±3.8 ^c

Concentration of the material which is required to scavenge 50% of ABTS radicals. Each value is presented as Mean±S.D. of 3 times. Means with different letters are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

4. 결 론

본 연구는 식물성 천연물질인 붉나무 추출물을 이용하여 항균효과 및 생리활성을 조절을 위한 항산화 활성작용에 대해 살펴보고, 그 결과를 바탕으로 천연 화장품 원료 및 식품 보조제 소재 등 기능성 물질의 이용가능성을 제시하고자 하였다. 붉나무는 외피(bark)와 내피(inner bark)로 구분하여 잘게 잘라 70% 발효에탄올 추출하여 사용하였으며, 우리 일상 생활에서 쉽게 접할 수 있는 피부상재균 5가지 미생물 *S. aureus*, *E. coli*, *B. subtilis*, *P. aeruginosa*, *P. ovale*의 항균 활성과 항산화 활성에 대해 분석한 결론은 다음과 같다.

첫째, 항균성 실험에서 붉나무 에탄올 추출물은 5가지 피부상재균에 대해 항균 활성이 나타나는 것으로 확인되었으며, 특히 *S. aureus*, *E. coli*, *B. subtilis*의 경우 붉나무 내피보다 외피에서 항균성이 다소 높았다. 이를 활용한 항균관련 화장품, 의약품소재로 활용가능성이 있음을 시사하고 있다. 하지만 인체에 유용 미생물로 알려진 숙성된 청국장, 된장 등에 함유되어 있는 *B. subtilis*의 경우는 항균 활성이 있으므로 발효식품인 장류는 붉나무 추출물과 같이 사용하지 않는 것이 유용할 것으로 사료된다.

둘째, 항산화 실험결과, DPPH 소거능은 bark 부분 최고 농도 2.5 mg/mL에서 86.4% free radical이 소거되었고, inner bark부분에서는 2.5 mg/mL에서 61.9% free radical 소거능이 나타났다. ABTS 소거능은 bark 부분 최고농도 1 mg/mL에서 79.2% free radical이 소거되었고, inner bark 1 mg/mL에서 63% free radical 소거능이 나타났으며, inner bark에서보다는 bark에서 항산화 활성이 높은 것으로 나타났다.

이러한 연구 결과를 통해 붉나무가 항균, 노화방지제품, 화장품 원료 및 식품 보조제 등 기능성 물질의 다양한 소재로서 활용 가능성이 충분히 있다고 사료되며, 내피보다는 외피를 사용하는 것이 더 유용하다. 기능성 화장품 소재로

는 여드름관련 기초화장수 또는 비듬 관련 샴푸제조 원료로 활용이 가능할 것으로 판단되고, 식품 소재로는 음료 또는 기호식품의 첨가제로 활용할 수 있을 것으로 본다. 다만 본 연구의 한계점으로는 제품개발을 통한 관능평가 등 다양한 실험으로 실제 활용성까지 제시해야 했으나, 피부상재균에 대한 항균성 및 항산화 활성 결과만으로 소재 활용가능성만 제시하였으므로 아쉬움이 남는다. 따라서 추후 연구에는 피부 트러블을 일으키는 여드름균, 비듬균에 대한 항균 및 항산화활성 실험결과를 바탕으로 그와 관련된 기능성 화장품의 시료제품을 만들어 활용해 볼 필요성이 있으며, 식음료 제품 소재로서 적용범위를 넓힐 수 있는 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

REFERENCES

- Albersheim, P., & Valent, B. S. (1978). Host-plant interactions in plants: Plants, when exposed to oligosaccharides of fungal origin, defend themselves by accumulating antibiotics. *Journal of Cell Biology*, 78, 627-643.
- Aoshima, H., Tsunoue, H., Koda, H., & Kiso, Y. (2004). Aging of whiskey increases 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical scavenging activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(16), 5240-5244.
- Bae, K. H. (2000). *The Medical Plants of Korea*. Seoul, Korea: Kyo-Hak Publishing.
- Choi, J. S., Oh, J. I., Hwang, I. T., Kim, S. E., Chun, J. C., Lee, B. H., ... Cho, K. Y. (2003). Application and high throughput screening of DPPH free radical scavenging activity by using 96-well plate. *Korean Journal of Pesticide Science*, 7(2), 92-99.
- Chang, S. H., Jung, E. J., Park, Y. H., Lim, D. G., Ko, N. Y., Choi, W. S., ... Kim, S. H. (2009). Anti-inflammatory effects of *Artemisia princeps* in antigen-stimulated T cells and regulatory T cells. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 61(8), 1043-1050.
- Chomnawang, M. T., Surassmo, S., Nukoolkarn, V. S., & Gritsanapan, W. (2005). Antimicrobial effects of Thai medicinal plants against acne-inducing bacteria. *Journal of Ethnopharmacology*, 101(1), 330-333.
- D'Arrigo, M., Ginestra, G., Mandalari, G., Furneri, P. M., & Bisignano, G. (2010). Synergism and postantibiotic effect of tobramycin and *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Phytomedicine*, 17(5), 317-322.
- Dziedzic, J. D. (1986). Antioxidants-the ultimate answer to oxi-

- ation. *Food Technology*, 40(9), 94.
- Han, D. C., & Kyung, K. H. (1995). Antimicrobial activity of autoclaved cabbage juice. *Korean Journal of Food Science & Technology*, 27(1), 74-79.
- Im, H. B. (2013). *Antibacterial and antiviral effects of fermented Rhus verniciflua extract* (Master's thesis). Dankook University.
- Ji, H. J. (1997). The Natural plant and food coloring. *Food and Technology*, 10, 55-61.
- Jung, S. C., Hwang, B. Y., Oh, K. J., Kwang, S. J., Kim, M. J., Chio, W. H., ... Noh, J. S. (1999). Chemical components from the stem Bark of *Rhus javanica* L. *Korean Journal of Pharmacognosy*, 30(3), 295-300.
- Jeong, S. J., Lee, J. H., Song, H. N., Seong, N. S., Lee, S. E., & Baeg, N. I. (2004). Screening for antioxidant activity of plant medicinal extracts. *Journal of Korean Society of Applied Biological Chemistry*, 47(1), 135-140.
- Jeon, H. K. (2008). *The trees in our lives*. Seoul, Korea: Eomungag Publishing.
- Jin, J. W. (2013). *Korean Plant Ecology Trace*. Seoul, Korea: Nature and Ecology.
- Kang, Y. H., Park, Y. K., Oh, S. R., & Moon, K. D. (1995). Studies on the physiological functionality of pine needle and mugwort extracts. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 27(6), 978-984.
- Kim, T. C., Lee, G. D., & Yoon, H. S. (1992). *Rhus japonica* linne on the antioxidative effect of methanol extract. *The Journal of Food Grain Hygiene*, 7(2), 107-122.
- Kim, C. H., Youn, H. M., Jang, K. J., Song, C. H., & Ahn, C. B. (2004). Inhibitory effect on NO, scavenging effect on DPPH radical in Whallak-tang. *The Journal of Korean Acupuncture and Moxibustion Society*, 21(5), 69-78.
- Kim, K. Y. (2006). *Anti-oxidative and anti-inflammatory activity of extracts from the acer tegmentosum maxim bark* (Master's thesis). ChungAng University.
- Kim, Y. L. (2014). *A study on the effect of supercritical fluid extract of green tea on improving skin with acne* (Doctoral dissertation). Nambu University.
- Labuza, T. P., & Dugan Jr, L. R. (1971). Kinetics of lipid oxidation in foods. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 2(3), 355-405.
- Lee, C. B. (1980). *A colored book of the Korean plants*. Seoul, Korea: Hyangmun Publishing.
- Larson, R. A. (1988). The antioxidants of higher plants. *Phytochemistry*, 27(4), 969-978.
- Lee, Y. J., Shin, D. H., Jang, Y. S., & Kwang, W. S. (1993). Antioxidative effect of us *Javanica linne* extract by various solvents. *Journal of Korea Society of Food Science & Technology*, 113(12), 677-682.
- Lee, Y. N. (1996). *A colored book of the Korean plants*. Seoul, Korea: Kyo-Hak Publishing.
- Liu, I. X., Durham, D. G., & Richards, R. M. E. (2000). Baicalin synergy with β -lactam antibiotics against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and other β -lactam-resistant strains of *S. aureus*. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 52(3), 361-366.
- Lee, I. S., Oh, S. R., Ahn, K. S., & Lee, H. K. (2001). Semialactone, isofouquierone peroxide and fouquierone, three new dammarane triterpenes from *Rhus javanica*. *Chemical & Pharmaceutical Bulletin*, 49(8), 1024-1026.
- Lee, K. O. (2007). *The effects of skin treatment by Kumsong (Sciadopitys uerticillate) extracts* (Master's thesis). Hannam University.
- Lee, E. J. (2016). *A study on the antioxidant activities of extracts from branches of Acer palm atum thunb* (Master's thesis). Daegu Haany University.
- Matsuda, H. (1966). Studies on the constituents of the leaves of *Rhus* and of some species of related genera in Japan. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 14(8), 877-883.
- No, W. G. (2011). *Characterization of anti-oxidative effect of Mori Cortex Radicis* (Master's thesis). Kyung Hee University.
- Park, J. D., Lee, Y. H., Baek, N. I., Kim, S. I., & Ahn, B. Z. (1995). Isolation of antitumor agent from the heartwood of *Dalbergia odorifera*. *Korean Journal of Pharmacognosy*, 26, 323-326.
- Park, A. Y. (2011). *The antibiosis of garlic extracts its effect on scalp health* (Master's thesis). Sungshin Women's University.
- Rieger, M. (1987). The chemical fate of antioxidants. *Cosmetics and Toiletries*, 102(11), 83-96.
- Seo, H. S. (2010). *Studies on the antimicrobial effect and antioxidative activity of fermented galla rhois extract* (Doctoral dissertation). Chubu University.
- Shin, D. H., Lee, Y. J., Chang, Y. S., & Kang, W. S. (1992). Stability of some fried foods prepared with oils containing *rhus javanica* ethanol extract with several synergists. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 24(6), 547-551.
- Woo, I. T. (2007). Antimicrobial activity of *Scutellaria baicalensis* Georgi and effect on quality characteristics of *Tofu*

- during storage. *Journal of Korean Society of Food Science & Nutrition*, 36(4), 470-475.
- Yeo, S. G., Ann, C. W., Lee, T. G., Lee, Y. W., Park, Y. H., & Kim, S. B. (1995). Antioxidantive effect of tea extracts from green tea, oolong tea and black tea. *Journal of Korean Science Food & Nutrition*, 24, 299-304.
- Yu, B. L. (2015). *Antioxidant and antimicrobial activities of extracts from different parts of cornus officinalis according to extraction time* (Master's thesis). Seoul National University.
-
- | | |
|--------------|---------|
| 2017년 8월 03일 | 접 수 |
| 2017년 8월 17일 | 1차 논문수정 |
| 2017년 8월 19일 | 2차 논문수정 |
| 2017년 8월 22일 | 논문 게재확정 |