

화장품 개발을 위한 배롱나무(*Lagerstroemia indica* Linnaeus) 가지 추출물의 생리활성에 관한 연구

이병근^{1*}, 김종협¹, 함상경¹, 이창언²

¹영남대학교 산림자원학과, ²대구한의대학교 화장품약리학과

Study on Biological Activities of Extracts for Cosmeceutical Development from *Lagerstroemia indica* L. Branch

Byung-Guen Lee^{1*}, Jong-Hyeop Kim¹, Sang-Gyeong Ham¹ and Chang-Eeon Lee²

¹Department of Forest Resources, Yeungnam University, Gyeongsan 712-749, Korea

²Department of Cosmeceutical Science, Daegu Haany University, Gyeongsan-si 712-710, Korea

Abstract - The aim of the study was to examine the cosmetic and biological activity of *Lagerstroemia indica* L. and it is possible that can be used as a cosmetic ingredient for application of cosmetic industries. *Lagerstroemia indica* L. branch was extracted with 70% acetone in water. In the result of DPPH (1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl) scavenging radical activity, acetone extract of *Lagerstroemia indica* L. branch were higher than 73% at the 50 ppm concentration. ABTS radical cation decolorization activity by acetone extract were higher than 78% at the 50 ppm. Both examine of DPPH and ABTS showed high antioxidative activities at the 50 ppm. In the result of nitrite scavenging ability, acetone extract were higher than 63% at the 50 ppm. Collagenase inhibition activity by extract were higher than 85% at the 50 ppm. Extract is showed high collagenase inhibition more than comparison group EGCG at all concentration. These results suggest that *Lagerstroemia indica* L. has a great potential as a cosmeceutical raw material as well as anti-oxidant and anti-inflammatory and collagenase inhibition activity.

Key words - *Lagerstroemia indica* L., Antioxidant, Antiinflammatory, Collagenase inhibition activities

서 언

생체 내에서 일어나는 에너지 공급을 위한 생화학적 반응인 산화 작용은 끊임없이 일어나며 이 과정에서 항상 발생하는 활성산소종(reactive oxygen species, ROS) 및 상당량의 free radical은 근본적으로는 자기방어 기구인 생체 내 제거기작에 의해 대부분 소멸된다(Halliewll, 1991). 그러나 현대인들은 증가하는 스트레스, 환경오염, 약물, 유전적 요인 등에 의해 생성되는 산화물에 노출되어 있어 산화와 항산화물 간의 평형 상태를 유지하지 못하고 있다(Hwang *et al.*, 2006). 이와 같은 활성산소종은 세포막과 핵산의 주성분인 당질, 지질 산화, 단백질 변성, DNA와 같은 분자들을 산화시키며 생체막과 유전자 손상을 일으켜 성인병, 발암, 노화 등이 일어나게 된다(Jeon *et al.*,

2010). 또한 인간의 체내에서는 항상 collagen의 분해와 합성이 반복되는데 나이가 들어감에 따라 균형이 붕괴되어 합성보다는 분해가 더욱 많아지게 된다. 노년기에는 collagen 유전자 활성이 감소됨으로써 collagen 합성이 저하되어 피부가 얇아지고 탄력성이 감소하고 처지는 피부 노화현상이 일어난다. 일반적인 노화에 의해서 80세는 20세에 비해 65% 정도의 collagen이 감소한다는 보고가 있어, 주름 형성과 collagen과의 밀접한 연관성을 보여주고 있다. 그러나 최근 피부주름을 연구한 결과들을 보면, 자외선이나 스트레스 등에 의해 발생한 활성산소종의 세포내 작용과 콜라겐분해효소(collagenase)의 증가가 주름의 유발에 중요한 역할을 하는 것을 알 수 있다(Karin *et al.*, 2000; Meinhard *et al.*, 2001). 이러한 노화나 각종 질병을 예방하기 위해서 활성산소를 억제하거나 제거하는 항산화 방어 체계가 필요하다(Jeon *et al.*, 2010).

*교신저자(E-mail) : key5377@naver.com

© 본 학회지의 저작권은 (사)한국자원식물학회지에 있으며, 이의 무단전재나 복제를 금합니다.

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.

최근 천연물을 중심으로 한 학문이 발전하면서 천연물이 가지는 2차 대사산물인 생리활성 물질에 대한 관심이 증대되고 있다. 생리활성 물질은 매우 적은 양으로 현저한 활성을 나타내는 고부가가치의 물질로서 수많은 종류가 인류에게 유용하게 이용되고 있으며, 새로운 물질들에 대한 연구개발이 지속적으로 이루어지고 있다. 특히, BHA (Butylated Hydroxy Anisole)와 BHT (Butylated Hydroxy Toluence) 등의 합성항산화제가 일반적으로 많이 사용되고 있으나 50 mg/kg/day 이상을 섭취할 경우 생체효소 및 지방의 변화로 암 등의 질병이 유발된다고 보고(Choe and Yang, 1982)되었다. 소비자들의 안전과 건강에 대한 요구증대에 따라 일반 기업에서도 합성항산화제를 이용한 의약품 또는 기능성화장품의 사용을 제한하려는 추세에 맞춰 천연물의 이용분야는 확대될 것으로 예상된다. 따라서 본 연구에서 대조군은 인공합성 항산화제인 BHA를 사용하였다.

본 연구의 공시 수종인 배롱나무(*Lagerstroemia indica* Linnaeus ; Crape-Myrtle)는 부처꽃과(Lythraceae)의 낙엽 소교목으로서 중국 남부 원산이며, 중국 중부 이남의 사원 및 마을 부근에 주로 식재되어 있고, 우리나라에는 중국산 배롱나무가 도입되어 관상용으로 재배되고 있다. 배롱나무는 한방 및 민간 요법에서 이질, 습진, 종기, 악창, 옴, 간경화 복수, 유선염, 오줌소태에 좋다고 알려져 있으며, 잎은 자미엽(紫薇葉), 뿌리는 자미근(紫薇根)이라 하는데 모두 약으로 쓴다. 배롱나무 뿌리는 백일해와 기침, 여성들의 대하증, 냉증, 불임증에 좋다. 몸이 차서 임신이 잘 안 되는 여성은 배롱나무 뿌리를 진하게 달여서 꾸준히 복용하면 몸이 차츰 따뜻해지고 혈액순환이 좋아져서 임신이 가능하게 된다. 지혈작용도 있으므로 자궁출혈이나 치질로 인한 출혈 등에 효과가 있다. 특히, 주름개선의 효과가 뛰어나 배롱나무 꽃 추출물을 함유한 피부 주름 개선용 화장품 조성물(창, 2004)에 대한 특허도 등록되어 있다. 배롱나무의 성분에 대해서는 지상부로부터 dihydrolyfoline, lagerstroemine N-oxide, lagering N-oxide, decamine N-oxide, 5-epi-dihydrolyfoline N-oxide, 5-epi-dihydrolyfoline과 lagerine 성분(김, 2008)이 동정되었지만, 배롱나무의 우수한 항산화, 항염증, 주름개선 등의 효과에 비해 기능성 화장품 및 의약품의 원료로서 개발가능성에 대한 연구는 아직 미비한 실정이다.

배롱나무는 비교적 따뜻한 지역에서 잘 자라는 특성을 지니고 있기 때문에 지구 온난화로 인한 온도 상승으로 인해 우리나라에서 식재 범위가 더욱 넓어져 배롱나무를 흔히 구할 수 있을 것이다. 또한 배롱나무는 조경수로써 수형을 아름답게 하기 위해 가지치기를 많이 한다. 그러므로 버려지는 가지치기 부산물

을 이용하여 항산화 및 생리활성 주름개선 등 기능성 성분을 효과적으로 추출해 낸다면 가지치기 잔여 폐기물을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 천연자원을 이용한 기능성 물질 소재로서의 개발이 가능할 것이다. 게다가 배롱나무 가지의 활성은 각 실험 대조군들과 비교하여 천연물로서 아주 우수한 활성을 가지고 있으므로 배롱나무의 가지치기 부산물을 이용한 화장품 및 제약 등 천연물 산업의 소재로서 이용할 수 있는 가능성이 충분할 것으로 사료된다.

이에 본 연구는 배롱나무 가지 추출물의 항산화 활성, 아질산염 소거작용 및 collagenase 저해활성에 미치는 영향력을 알아 보므로 화장품 및 의약품 산업에 기능성 물질로서 적용 가능성을 확인하기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에서 사용한 배롱나무 가지는 2011년 5월 하순경 경북 경산시에 소재하는 영남대학교 임반에서 개체간의 측정 오차를 줄이기 위하여 집단 간 5개체에 대하여 적정 시료를 채집하여 이물질을 증류수로 세척 후 음건하여 사용하였다

시약 및 기기

본 연구에서 항산화능, 항염증, 주름억제, 총 폴리페놀 함량 측정 실험에 사용된 시약은 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH), 2,2'-Azino-bis(3-ethyl benzothiazoline-6-sulfonic acid)diammonium salt (ABTS), Potassium peroxodisulfate, Sigma Ultra, minimum, 10X PBS Phosphate Buffered Saline without Calcium or Magnesium, Sodium Nitroferricyanide (III), Potassium Phosphate, butylated hydroxy anisole (BHA), collagenase (from clostridium histohyticum type I) 등은 Sigma chemical Co. (USA)에서 구입하여 사용하였다.

실험에 사용된 기기는 UV/VIS spectrophotometer (UV-1800, SHIMADZU Coporation, Kyoto, Japan), CO2 Incubator (MCO-15AC, SANYO electric Co., Ltd., Osaka, Japan), ELISA reader (Power wave XS2, BIOTEK, Vermont, USA), pH meter (Metrohm 691, Metrohm Ltd., Herisau, Switzerland), 초저온냉동고(Wise cryo WUF-21, DAIHAN scientific Co., Ltd, Wonju-si, Korea, -80°C) 등을 사용하였다.

시료추출

배롱나무 가지의 아세톤 추출은 아세톤과 증류수 7:3으로 혼합한 70%의 아세톤을 시료의 10배의 양을 가하여 상온에서 24 시간 침지하여 상등액과 침전물을 분리하였으며, 동일한 방법으로 3회 반복 후 추출하였다. 아세톤 추출물을 여과, 농축하여 동결건조 후 혼합한 뒤, 초저온냉동고에 보관하며, 본 실험의 시료로 사용하였다.

DPPH radical 소거능 측정

DPPH radical 소거능은 Blois의 방법(1958)을 변형하여 측정하였다. 각 시료용액 2 mL에 0.2 mM의 1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl (DPPH) 1 mL 넣고 교반한 후 30분간 방치한 다음 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여능은 시료용액의 첨가군과 무첨가군의 흡광도 감소율로 나타내었다.

$$\text{Electron donating ability(\%)} = \left(1 - \frac{As}{Ac}\right) \times 100$$

As : Absorbance of sample

Ac : Absorbance of control

ABTS radical cation decolorization 활성 측정

ABTS radical을 이용한 항산화력 측정은 Roterta의 ABTS radical cation decolorization (Roterta *et al.*, 1999) 방법에 의하여 측정하였다. ABTS와 2.4 mM potassium persulphate를 섞어 12시간 이상 암소에 방치하여 청록색의 ABTS+ radical을 형성시키며 이 용액은 냉장 보관한다. Radical stock solution은 734 nm에서 흡광도 값이 0.70 (\pm 0.02)이 되도록 흡광계수를 이용하여 ethanol로 희석한다. 이 용액 0.1 mL에 농도별로 제조한 각 시료용액 0.1 mL을 가한 후 실온에서 7분간 반응시킨 후, 반응액의 흡광도 변화를 734 nm에서 측정하였다. ABTS radical cation decolorization 활성은 시료용액의 첨가군과 무첨가군의 흡광도 감소율로 나타내었다.

$$\text{ABTS radical cation decolorization activity(\%)} = \left(1 - \frac{As}{Ac}\right) \times 100$$

As : Absorbance of sample

Ac : Absorbance of control

Nitrite 소거작용 측정

Nitrite 소거작용 측정은 Grayand와 Dugan (1975)의 방법으로 측정하였다. 농도별로 제조한 각 시료용액 0.05 mL에 20

mM phosphate buffer 0.05 mL과 20 mM phosphate buffer에 용해한 sodium nitroferriicyanide(III) dihydrate 0.05 mL을 첨가하였다. 이 반응용액을 37°C에서 150분간 반응한 다음, griess reagent 0.1 mL을 첨가하였다. 이를 교반 후, 실온에서 15분간 방치하고 542 nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산염양을 측정하였다. Nitrite 소거능은 시료용액의 첨가군과 무첨가군의 흡광도 감소율로 나타내었다.

$$\text{Nitrite scavenging ability(\%)} = \left(1 - \frac{As}{Ac}\right) \times 100$$

As : Absorbance of sample

Ac : Absorbance of control

Collagenase 저해활성 측정

주름개선효과는 Collagenase 저해활성법을 이용하여 측정하였다(Wunsch, Heindrich, 1963). 반응구는 0.1M tris-HCl buffer (pH 7.5)에 4 mM CaCl₂를 첨가하여, 4-phenylazobenzyloxycarbonyl-Pro-Leu-Gly-Pro-D-Arg (0.3 mg/mL)를 녹인 기질액 0.25 mL 및 농도별 시료용액 0.1 mL의 혼합액에 collagenase (0.2 mg/mL) 0.15 mL를 첨가하여 실온에서 20분간 방치한 후 6% citric acid 0.5 mL을 넣어 반응을 정지시킨 후, ethyl acetate 1.5 mL 첨가하여 320 nm에서 흡광도를 측정하였다.

Collagenase 저해활성은 시료용액의 첨가군과 무첨가군의 흡광도 감소율로 나타내었다.

$$\text{Collagenase inhibition activity(\%)} = \left(1 - \frac{As}{Ac}\right) \times 100$$

As : Absorbance of sample

Ac : Absorbance of control

통계 처리

모든 실험은 3회 이상의 반복으로 평균값으로 나타내었다. 통계처리는 SPSS program (SPSS 12.0, SPSS Institute, USA)을 이용하여 평균치와 표준오차를 산출하였으며, one way ANOVA 검정을 적용하였고, p<0.05 수준에서 유의성 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

DPPH radical 소거능 측정

DPPH radical 소거능 측정 측정에 사용된 1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl (DPPH)는 자신이 가지고 있는 흡수 스펙트

럼을 보이나, 페놀성 화합물과 같이 수소에 전자를 제공해 주는 전자공여체와 반응하게 되면 전자 hydrogen radical을 받아 phenoxy radical을 생성하게 되며, 흡수 band도 사라지게 되고 안정한 분자가 된다(Brand-Wiliams, *et al.*, 1995, Lee, *et al.*, 2005). 또한 공여된 전자는 비가역적으로 결합하여 그 수에 비례하여 진보라색의 DPPH의 색깔이 점점 없어지게 된다(Blois, 1958).

전자 또는 수소를 받으면 517 nm 부근에서 흡광도가 감소하며 각 추출물에서 이러한 radical을 환원시키거나 상쇄시키는 능력이 크면 높은 항산화 활성 및 활성 radical에 의한 노화를 억제하는 것으로 판단하여 이를 척도로 이용할 수 있다(Kim *et*

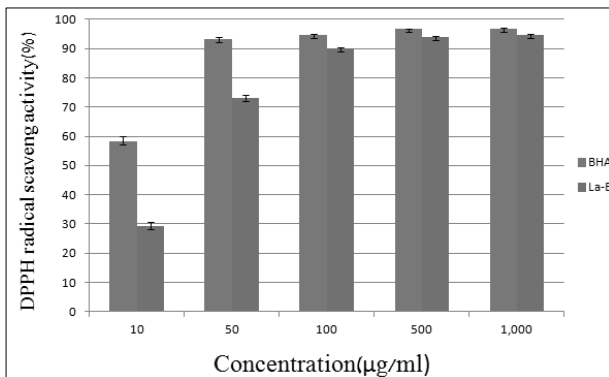


Fig. 1. DPPH radical scavenging activity of extracts from La-B. La-B (*Lagerseroemia indica* L. Branch), BHA (Butylated Hydroxy Anisole). *The value is the result of mean \pm S.D. of three independent experiments. The mean values were significantly different from the control: *P < 0.05.

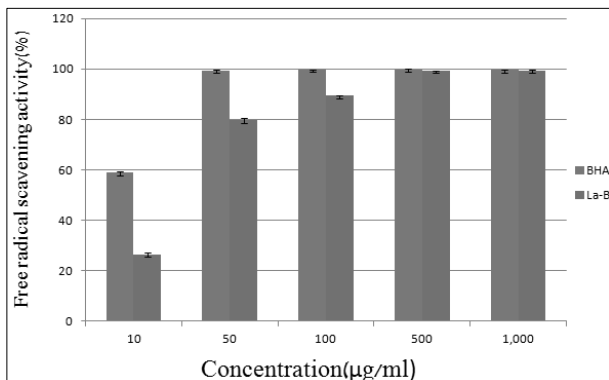


Fig. 2. ABTS radical cation decolorization activity of extracts from La-B. La-B (*Lagerseroemia indica* L. Branch), BHA (Butylated Hydroxy Anisole). *The value is the result of mean \pm S.D. of three independent experiments. The mean values were significantly different from the control: *P < 0.05.

al., 1995).

배롱나무 가지의 아세톤 추출물의 DPPH radical 소거능을 측정된 결과를 Fig. 1과 같이 나타내었다. 배롱나무 가지의 아세톤 추출물은 50 ppm에서 73%의 DPPH radical 소거능을 나타내었고 100 ppm 이상부터는 대조군인 합성항산화제 BHA와 비교하여 항산화 활성이 다소 유사하여 천연 항산화제로 우수한 항산화 활성을 나타내는 것으로 사료된다.

대조군인 BHA는 뛰어난 항산화 효과를 가지고 있지만, 최근 합성항산화 제품의 안전성 논란 때문에 사용에 제한이 있다. 이와 대조적으로 천연물인 배롱나무 가지는 BHA를 대신해 화장품 소재인 산화방지제로 적용할 수 있는 가능성이 있음을 확인하였다.

ABTS radical cation decolorization 활성 측정

ABTS는 DPPH와 유사한 방법의 항산화력 측정 실험 방법으로 두 방법 모두 항산화 물질 또는 free radical species에 의한 분자량 감소를 통한 흡광도 변화로 측정되는 방법이다. 하지만 ABTS는 DPPH와 비교하여 반응이 빠르며 DPPH와 같이 시료의 색소에 의한 흡광도 측정에 대한 문제점이 없다고 보고되었다 (Arnao, 2000). ABTS는 DPPH와 같은 radical이지만 DPPH는 free radical이며 ABTS는 cation radical이라는 점에서 차이가 나며 항산화물질에 따라 두 radical에 결합하여 제거하는 능력이 차이가 난다(Meir *et al.*, 1995).

배롱나무 가지 추출물을 천연 항산화제로 이용 가능성을 확인하기 위하여 ABTS radical cation decolorization 활성 측정 결과 Fig. 2와 같다. 대조군으로는 합성항산화제인 BHA를 사용하였다. 배롱나무 가지 추출물은 50 ppm에서부터 78% 이상의 높은 항산화능을 보였으며, 500 ppm부터는 대조군인 BHA와 비교하여 항산화 활성이 유사함으로 천연 항산화제로 이용 가능성이 있음을 확인하였다.

Nitrite 소거작용 측정

아질산염은 단백질 식품이나 의약품 및 잔류농약 등에 존재하는 2급 및 3급 아민 등의 아민류와 반응하여 nitrosamine을 생성하는 것으로 보고되고 있다(Croby and Sawyer 1976). 아질산염은 그 자체가 독성을 나타내어 일정농도 이상 섭취하게 되면 혈액중의 hemoglobin이 혈산화 되어methemoglobin을 형성하여 methemoglobin증 등 각종 중독을 일으키는 것으로 알려져 있어(Kato *et al.*, 1987; Leaf *et al.*, 1987) N-nitrosamine 생성억제인자에 대한 연구가 진행되고 있다. N-nitrosamine은

pH가 낮은 조건에서 쉽게 일어나는 것으로 알려져 있으며 주로 생체 내 산성위에서 발생한다(Gray 1975; Mirvish 1975).

배롱나무의 아질산염 소거 활성 측정 결과 Fig. 3과 같다. 50 ppm에서 63%의 활성을 보였으며 대조군으로 사용된 합성 항산화제인 BHA와 비교하여 모든 농도에서 배롱나무 가지의 아세트론 추출물의 활성이 더 높게 나타나 뛰어난 아질산염 소거작용을 확인하였다.

Collagenase 저해활성 측정

배롱나무 가지의 주름개선 효과를 확인하기 위해 collagenase 저해활성을 측정한 결과 Fig. 4에서와 같이 나타났다. 대조군으로 천연물 (-)-epigallocatechin-3-gallate를 사용하였으며, 배롱나무 가지 추출물은 50 ppm에서부터 85% 이상의 높은 collagenase 저해활성 효과가 있음을 확인하였다. 이는 대조군인 천연물 (-)-epigallocatechin-3-gallate와 비교하였을 경우, 모든 농도에서 우수한 collagenase 저해활성 효과를 보여주었다.

세포 외 기질(extracellular matrix)의 주요 구성 성분인 collagen은 피부의 섬유아세포에서 생성되는 주요 기질 단백질이다. 또한 생체 단백질 총 중량의 약 30%를 차지하는 중요한 단백질로서 견고한 3중 나선구조를 가지고 있다. Collagen은 피부, 건(tendon), 뼈 및 치아의 유기 물질의 대부분을 형성한다. Collagen의 주된 기능으로는 피부의 기계적 견고성, 결합조직의 저항력과 조직의 결합력, 세포 접착의 지탱, 세포 분할과 분화의 유도 등이 알려져 있다(Jeroma *et al.*, 1998). 특히, collagen은 피부 진피에 다량 존재하며 I, II, III, IV, V, VI, VII의 6형이 분포되어 있고, 그중 I 형이 85%를 차지한다(Uitto *et al.*, 1989). 진피층은 90%가 collagen으로 구성되어 있어 collagen의 감소 및 비정상적인 가교결합은 피부노화와 매우 밀접한 관계를 가지고 있으며(Lee and Yoon, 2010), 특히 collagen은 collagenase에 의해 분해된다는 보고(Demina and Lysenko 1996)가 있다. 따라서 배롱나무 가지 추출물은 피부 안 collagenase의 활성을 억제함으로써 collagen의 분해를 막아 주름생성을 억제할 것으로 사료된다.

적 요

배롱나무 가지가 기능성화장품 소재 및 천연물 의약품으로써 활용 가능성이 있는지 검토해 보고자 그 생리활성을 확인하기 위해서 DPPH radical 소거능 측정, ABTS radical cation

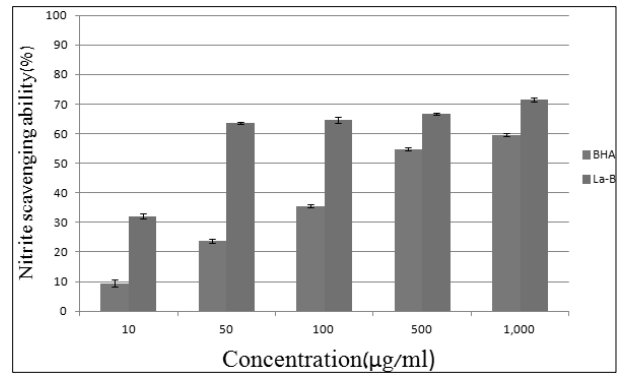


Fig. 3. Nitrite scavenging ability of extracts from La-B. La-B (*Lagerseroemia indica* L. Branch), BHA (Butylated Hydroxy Anisole). *The value is the result of mean \pm S.D. of three independent experiments. The mean values were significantly different from the control: *P < 0.05.

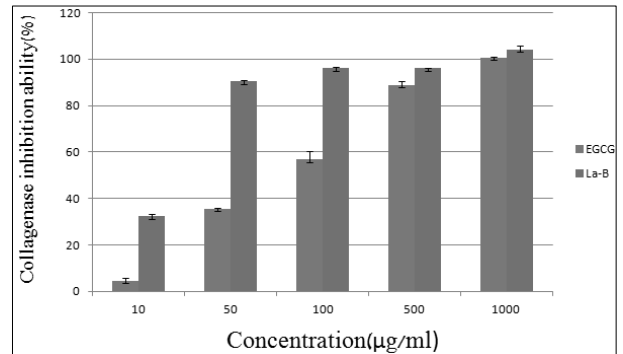


Fig. 4. Collagenase inhibition activity of extracts from La-B. La-B (*Lagerseroemia indica* L. Branch), BHA (Butylated Hydroxy Anisole). *The value is the result of mean \pm S.D. of three independent experiments. The mean values were significantly different from the control: *P < 0.05.

decolorization 활성, Nitrite 소거작용, collagenase 저해활성을 측정하였다. DPPH radical 소거능의 경우 배롱나무 가지의 아세트론 추출물은 50 ppm에서 73%의 항산화능을 나타내었으며 합성항산화제인 BHA는 50 ppm에서 90% 이상의 높은 항산화능을 보여준다. ABTS radical cation decolorization 활성은 50 ppm에서 78% 이상 높은 항산화활성을 보였으며 BHA의 경우 50 ppm에서 96% 이상 활성을 보여준다. Nitrite 소거작용 측정은 대조군인 합성항산화제 BHA와 비교하여 모든 농도에서 우수한 아질산염 소거능을 보여주었다. 배롱나무 가지 추출물은 50 ppm의 저농도에서 63% 이상의 활성을 보여주었으며 1000 ppm에서 73%의 활성을 보이는 것과 비교하여 저농도에서도 높은 활성을 보여주는 것을 알 수 있다. Collagenase 저해활성 측정

결과 대조군인 천연물 (-)-epigallo-catechin-3-gallate와 비교하여 모든 농도에서 우수한 collagenase 저해활성을 보여주었으며 50ppm의 저농도에서도 85% 이상의 높은 collagenase 저해활성을 보여주었다. 이와 같은 결과로 미루어 보아 대조군인 인공 합성 항산화제인 BHA와 비교하여 배롱나무 가지 추출물은 항산화 효과, 아질산염 소거작용 그리고 주름 개선에 우수한 효과가 나타나는 것을 수 있다. 따라서 화장품 산업 및 천연물 의약품의 원료로 이용하기 위한 적합한 천연 물질인 것으로 판단된다.

References

- Kim, H.-K., Y.-E. Kim, J.-R. Do, Y.-C. Lee and B.-Y. Lee. 1995. Antioxidant activity and physiological activity of some Korean medicinal plants. Korean J. Food Sci. Technol. 27(1):80-85 (in Korean).
- Lee, H.-S., J.-A Yoon. 2010. Inhibitory activity of advanced glycation endproducts (AGE) formation of edible plants for development of anti-wrinkle ingredients. J. Korean Soc Food Sci Nutr. 39(2):186-192 (in Korean).
- Hwang, H.-S., Y.-K. Lee and K.-G. Lee. 2006. Fractionation of banaba leaves extract (*Lagerstroemia speciosa* L. Pers) and its antioxidant activity. Food Eng. 10:120-124.
- Jeroma, S.P., L. Gabrielle and F. Raul. 1998. Identification of collagen fibrils in scleroderma skin. J. Invest. Dermatol. 90(1):48-54.
- Karin, S.K., B. Peter, W. Jutta, H. Gernot, M. Weijian, N. Lale, M. Christian and W. Meinhard 2000. Photoaging of the skin from phenotype to mechanisms. Exp. Gerontol. 35:307-316.
- Kato, H., I.E. Lee, N.V. Chuyen, S.B. Kim and F. Hayase. 1987. Inhibition of nitrosamine of formation by nondialyzable melanoidins. Agr. Biol. Chem. Tokyo. 1333-1337.
- Lee, S.-Y., E.-J. Hwang, G.-H. Kim, Y.-B. Choi, C.-Y. Lim and S.-M. Kim. 2005. Antifungal and antioxidant activities of extracts from leaves and flowers of *Camellia japonica* L. Korea J. Medicinal Crop Sci. 13(3):93-100.
- Leaf, C.D., A.J. Vecchio, D.A. Roe and J.H. Hotchkiss. 1987. Influence of ascorbic acid does on N-nitrosoproline formation in humans. Carcinogenesis 8:791-795.
- Meir, S., J. Kanner, B. Akiri and S. Philosoph-Hadas. 1995. Determination and involvement of aqueous reducing compounds in oxidative defense systems of various senescing leaves. J. Agric. Food Chem. 43:1813-1819.
- Meinhard, W., T.P. Iliana, N. Lale, M. Wenjian, A.S. Lars, R.W. Ziba, S.I. Jutta and S.K. Karin. 2001. Solar UV irradiation and dermal photoaging. J. Photochem. Photobiol. B Biol. 63:41-51.
- Mirvish, S.S. 1975. Formation of N-nitroso compounds: Chemistry, kinetics, and *in vivo* occurrence. Toxicol. Appl. Pharm. 31:325-351.
- Roterta, R., P. Nicoletta, P. Anna, P. Ananth, Y. Min, and R.E. Catherine. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radical Bio. Med. 26:1231-1237.
- Jeon, S.-B., J.-A. Jeon and B.-G. Jeong. 2010. Anti-oxidative activities and tyrosinase inhibition ability of rice bran ethanol extract. J. Korean Soc. Cosm. 16(2):602-606 (in Korean).
- Uitto, J., D.R Olsen and M.j. Fazio. 1989. Extracellular matrix of the skin : 50 years of progress. J. Invest Dermatol. 92:61-77.
- Wunsch, E., H.G. Heindrich. 1963. Zur quantitativen bestimmung der collagenase. Hoppe Seylers. Z. Physiol. Chem. 333:149-151.
- 박창훈, 윤은숙, 김한근. 2004. 목백일홍 추출물을 함유한 피부의 주름 및 거친 피부개선용 화장품 조성물. 대한민국특허청, 10-2004-0039132.

(Received 7 October 2013 ; Revised 24 January 2014 ; Accepted 3 February 2014)