

Cosmeceutical Activity of Broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica* Plenck) with Different Light SourcesSoo-Yeon Lee¹, Hye-Ji Jun¹, Ji-Young Yoon¹, Tae-Su Kim², So-i Park², Sung-Pyo Lee², Joo-Hoon Park¹ and Jin-Young Lee^{1*}¹Department of Herbal Cosmetic Science, Hoseo University, Chungnam 336-795, Korea²Misuba RTech Co, Ltd, Chungnam, 336-795, Korea

Received November 4, 2011 / Revised February 14, 2012 / Accepted February 14, 2012

The purpose of this study was to research the cosmeceutical activity of 70% ethanol extracts when *Brassica oleracea* var. *italica* Plenck (BO) was dried under red lighting (RLD), blue lighting (BLD), red+blue lighting (RBLD), or white lighting (WLD). The electron-donating abilities of 70% ethanol extracts from drying BO under RLD, BLD, RBLD, and WLD were 62.8%, 68.1%, 60.9%, and 69.9%, respectively, at a concentration of 500 ppm. The superoxide dismutase (SOD)-like activities of 70% ethanol extracts from drying BO under RLD, BLD, RBLD, and WLD were 39.2%, 47.2%, 19.6%, and 21.6%, respectively, at a concentration of 1,000 ppm. In terms of xanthine oxidase inhibition effects, the proportions of 70% ethanol extracts after drying BO under RLD, BLD, RBLD, and WLD were 45.1%, 56.2%, 38.8%, and 53.3%, respectively, at a concentration of 1,000 ppm. The tyrosinase inhibition effects of 70% ethanol extracts when BO was dried under RLD, BLD, RBLD, and WLD were 21.0%, 13.1%, 26.0%, and 19.1%, respectively, at a concentration of 1,000 ppm. The collagenase inhibition effect of 70% ethanol extracts when BO was dried under RLD, BLD, RBLD, and WLD were 47.4%, 20.8%, 54.6%, and 37.2%, respectively, at a concentration of 1,000 ppm. The astringent inhibition effects of 70% ethanol extracts when BO was dried under RLD, BLD, RBLD, and WLD were 21.5%, 39.6%, 40.0%, and 51.6%, respectively, at a concentration of 5,000 ppm. All of these findings suggest that BO extracts dried under RLD, BLD, RBLD, and WLD have great potential as a cosmeceutical ingredient with good biological activity.

Key words : Anti-oxidant, broccoli, cosmeceutical, different light source

서 론

최근 현대인들 사이에 생활환경, 식생활 패턴의 변화, 과도한 스트레스 등으로 인해 암, 심장질환, 동맥경화, 고혈압 등과 같은 각종 성인병이 증가하고 있다. 이러한 질병의 여러 원인들 중에 superoxide anion radical (O₂⁻), hydroxy radical (OH), singlet oxygen (¹O₂) 및 hydrogen peroxide (H₂O₂) 등과 같은 활성산소가 주목되고 있다[15,32]. 그 중 Free radical은 인체 내의 산소유입으로 인해 만들어진 superoxide에서 과산화수소가 생성되며, 이 과산화수소로부터 hydroxy radical과 singlet oxygen과 같은 활성산소가 만들어 진다[30]. Free radical은 이러한 정상적인 대사과정에서의 생성뿐만 아니라 질병이나 스트레스로 인해 과잉 생성되기도 하며 흡연, 공해, 세균감염 등도 free radical의 생성을 증가시키는 원인이 된다. 이와 같은 free radical의 산화적 스트레스는 피부노화의 주요 원인으로 작용하며, 이러한 피부 노화를 지연시키고 억제하기 위해서는 free radical 생성을 억제 또는 제거할 수 있는 효율적인 방어망을 구축할 필요가 있다[18]. 또한 피부노화를 막기 위해

의학적 효능을 강화한 소재들이 지속적으로 개발되면서 과학과 의학을 접목시킨 뛰어난 효능의 기능성 소재들이 꿈의 실현가능성을 더욱 높여주고 있다[21]. 이러한 천연소재의 사용은 효능과 안정성 면에서 뛰어난 장점을 지니고 있기 때문에 천연물분리 기술 등과 관련 응용기술의 발전으로 식물성 원료뿐만 아니라 각종 천연물 자원을 이용한 기능성 소재 개발이 가능해지고 있다[21]. 우리들이 소비하는 농산물은 자연을 상대로 하여 생산하는 농업의 특성상 자연환경에 의해 수확량과 품질에 영향을 받는다. 자연재해를 극복하기 위해 시설하우스와 여러 농기계를 활용하여 농작물을 재배하고 있지만 지금 농촌의 현실은 농업인의 고령화와 인구 감소, 보호농업정책에 의한 농촌의 경쟁력 상실 등의 문제점으로 자연재해를 효과적으로 극복할 여력이나 해결책이 없는 실정이다. 그래서 최근 계절이나 기온, 풍수해 등 자연환경에 구애 받지 않고 일정한 공간에서 농작물 생육에 필요한 여러 가지 기기를 설치하여 환경조건을 제어하면서 농작물을 공장에서 생산하는 방식으로 식물을 재배하는 식물공장에 관심을 갖게 되었다[20]. 식물공장(Plant factory)이란 통제된 일정한 시설 내에서 빛, 온도, 습도, 양액조성, 대기가스 농도 등의 재배환경조건을 인공적으로 제어하여 계절이나 장소에 관계없이 농작물을 공산품처럼 계획적으로 연속 생산하는 시스템적인 농업의 한 형태를

***Corresponding author**

Tel : +82-41-540-9552, Fax : +82-41-540-9538

E-mail : jylee@hoseo.edu

말한다[26]. 식물공장에서 사용되는 광원으로는 LED가 추천되고 있는데 이는 특정한 광파장을 조절할 수 있는 장점으로 기능성 성분의 함량을 증가시킬 수 있다고 한다[33,34].

브로콜리(*Brassica oleracea* var. *italica* Plenck)는 십자화과에 속하는 채소로 잎과 줄기는 모두 버려지고 작은 꽃봉오리가 다발로 이루어진 꽃만을 식용하며, 한 줄기에서 꽃이 4~5개 정도 맺히고, 잎은 10~15장 이상 나와 매우 무성하게 된다[23]. 브로콜리는 항산화물질로 알려진 ascorbic acid, β -carotene, rutin, selenium, glutathione, quercetin 등이 다량 함유되어 있으며, 암세포증식억제 및 해독효소의 유도효과가 크다고 알려져 많은 연구가 진행되고 있다[23,38]. 특히, 브로콜리에는 신체의 자연 치유력을 증강시켜 암 발생의 위험성을 줄여주는 물질인 sulforaphane (S-methylsulfinylbutyl isothiocyanate)이 함유되어 있다고 알려져 있는데[24,43], sulforaphane은 최근 연구에서 발암물질로 전 처리한 생쥐의 유선에서 종양발생을 억제하고[10], 전립선암의 예방에도 유효한 것으로 보고되었으며[4], *in vitro* 실험에서 sulforaphane이 암 예방 효과뿐만 아니라 헬리코박터에 대한 강력한 살균효과가 있음이 보고되었다[9]. 또한 광원의 종류를 달리한 브로콜리 새싹의 이화학적 특성 연구에서 일반성분, 유리당 함량, 클로로필 함량, 유기산 함량, 비타민 A, C, E 함량, 무기질 조성 등의 영양화학적 성분이 광원에 따라 식물체 내 영양화학적 성분에 큰 영향을 일으킨다는 보고도 있다[25]. 이러한 여러 가지 유익한 생리활성 성분을 함유한 브로콜리는 기존의 자외선 차단제들과 달리 sulforaphane 성분이 함유되어 있어, 자외선으로 인한 피부손상을 저해하고 세포 자체의 억제력을 향상시킨다는 보고도 있다[14]. 이에 본 연구에서는 식물공장시스템에서 브로콜리 종자를 받아하여 광원별로 재배한 브로콜리를 이용하여 다양한 화장품약리활성을 *in vitro* 상에서 검증하고 화장품 소재로 활용하기 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

재료 추출

본 실험에 사용된 브로콜리 새싹은 (주)미스바알텍의 식물공장에서 430 nm 내지 460 nm 파장 범위의 LED 청색광원을 받아 2일(암조건), 4일 동안 하루에 10시간씩 조사시켰으며, 적색광원은 650 nm 내지 680 nm 범위의 LED 광원, 적색+청색 LED광원, 일반 LED광원을 사용하였다. 온도 범위는 21~23°C, 습도는 45~60%로 조절하여 브로콜리 새싹을 재배하였으며, 수분이 많아 신선한 상태로 장기저장이 어려운 문제점이 있어 저온열풍건조기 60°C에서 24시간 동안 건조한 후 200 mesh로 분쇄하였다. 이렇게 분쇄한 브로콜리 새싹에 에탄올을 10배 가량 넣고 실온에서 24시간 침지하여 3회 반복하여 추출액을 얻었으며, 이 추출액을 여과지를 사용해 여과한 다음 감압 농축기를 사용하여 농축하고 동결건조하여 본 실험의

시료로 사용하였다.

실험 시약

항산화 효과 측정에 사용된 시약인 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH), pyrogallol, xanthine oxidase와 미백 및 주름억제 효과 측정에 사용된 시약인 tyrosinase, collagenase 및 4-phenylazobenzoyloxycarbonyl-Pro-Leu-Gly-Pro-D-Arg 등은 Sigma Chemical Co. (St. Louis, MO, USA)에서 구입하여 사용하였다.

전자공여능 측정

전자공여능(EDA: electron donating ability)은 Blois의 방법[3]을 변형하여 측정하였다. 각 시료용액 120 μ l에 0.2 mM의 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) 60 μ l 넣고 15분간 실온에서 방치한 다음 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여능은 시료용액의 첨가 군과 무첨가 군의 흡광도 감소율로 나타내었다.

$$\text{전자공여능(\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료첨가군의 흡광도}}{\text{무첨가군의 흡광도}}\right) \times 100$$

Superoxide dismutase (SOD) 유사활성 측정

SOD 유사활성은 Marklund의 방법[31]에 따라 측정하였다. 각 시료용액 20 μ l에 tris-HCl 완충용액(50 mM tris-HCl buffer, pH 8.5) 130 μ l와 7.2 mM pyrogallol 20 μ l를 가하여 37°C에서 10분간 반응시킨 후 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. SOD 유사활성은 시료용액의 첨가 군과 무첨가 군의 흡광도 감소율로 나타내었다.

$$\text{SOD 유사활성능(\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료첨가군의 흡광도}}{\text{무첨가군의 흡광도}}\right) \times 100$$

Xanthine oxidase 저해활성 측정

Xanthine oxidase 저해활성은 Stirpe와 Corte의 방법[39]에 따라 측정하였다. 각 시료용액 0.1 ml와 0.1 M potassium phosphate buffer (pH 7.5) 0.6 ml에 xanthine (2 mM)을 녹인 기질액 0.2 ml를 첨가하고 xanthine oxidase (0.2 U/ml) 0.1 ml를 가하여 37°C에서 15분간 반응시킨 후 1 N HCl 1 ml를 가하여 반응을 종료시킨 다음, 반응액 중에 생성된 uric acid의 양을 292 nm에서 흡광도를 측정하였다. Xanthine oxidase 저해활성은 시료용액의 첨가 군과 무첨가 군의 흡광도 감소율로 나타내었다.

$$\text{저해율(\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료첨가군의 uric acid 생성량}}{\text{무첨가군의 uric acid 생성량}}\right) \times 100$$

Tyrosinase 저해활성 측정

Tyrosinase 저해활성 측정은 Yagi 등[42]의 방법에 따라 측정하였다. 67 mM sodium phosphate buffer (pH 6.8) 80 μ l에 10 mM L-DOPA를 녹인 기질액 40 μ l 및 시료용액 40

μl 의 혼합액에 mushroom tyrosinase (200 U/ml) 40 μl 를 첨가하여 37°C에서 10분간 반응시켜 반응액 중에 생성된 DOPA chrome을 475 nm에서 측정하였다. Tyrosinase 저해활성은 시료용액의 첨가 군과 무첨가 군의 흡광도 감소율로 나타내었다.

$$\text{저해율}(\%) = \left(1 - \frac{\text{시료첨가군의 흡광도}}{\text{무첨가군의 흡광도}}\right) \times 100$$

Collagenase 저해활성 측정

Collagenase 저해활성 측정은 Wünsch 등[41]의 방법에 따라 측정하였다. 즉 0.1 M tris-HCl buffer (pH 7.5)에 4 mM CaCl_2 를 첨가한 용액 250 μl 와 4-phenylazobenzyl-oxy-carbonyl-Pro-Leu-Gly-Pro-D-Arg (0.3 mg/ml)을 녹인 기질액 125 μl 및 시료용액 50 μl 의 혼합액에 collagenase (0.2 mg/ml) 75 μl 를 첨가하여 실온에서 20분간 방치한 후 6% citric acid 250 μl 을 넣어 반응을 정지 시킨 후, ethyl acetate 1.5 ml을 첨가하여 320 nm에서 흡광도를 측정하였다. Collagenase 저해활성은 시료용액의 첨가 군과 무첨가 군의 흡광도 감소율로 나타내었다.

$$\text{저해율}(\%) = \left(1 - \frac{\text{시료첨가군의 흡광도}}{\text{무첨가군의 흡광도}}\right) \times 100$$

Astringent 활성 측정

Astringent 활성 측정은 Lee 등[28]의 방법에 따라 측정하였다. 피부 단백질과 유사한 혈액 단백질(hemoglobin)을 사용하여, 원심분리 관 용기에 각각의 시료용액과 헤모글로빈 용액을 0.5 ml씩 1:1로 넣어서 진탕 혼합한 다음 1,500 rpm에서 3분간 원심분리 후 576 nm에서 흡광도를 측정하였다. Astringent 활성 측정은 시료용액의 첨가 군과 무첨가 군의 흡광도 감소율로 나타내었다.

$$\text{Astringent 활성}(\%) = \left(1 - \frac{\text{시료첨가군의 흡광도}}{\text{무첨가군의 흡광도}}\right) \times 100$$

통계 처리

모든 실험은 3회 반복하여 실시하였고, 평균과 표준편차 계산 후 그 결과를 비교하여 오차막대로 표시하였다.

결과 및 고찰

전자공여능 확인

전자공여능 측정에 사용된 1-1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl (DPPH)는 짙은 자색을 띠는 비교적 안정한 free radical로서 cystein, glutathion과 같은 황을 함유하는 아미노산과 ascorbic acid, BHA 등에 의해 환원되어 탈색되므로 다양한 천연 소재로부터 항산화 물질을 검색하는데 많이 이용되고 있다[22].

브로콜리의 광원별 특성에 따라 전자공여능을 측정한 결과 Fig. 1과 같이 나타내었다. 적색광, 청색광, 적·청색광, 형광등

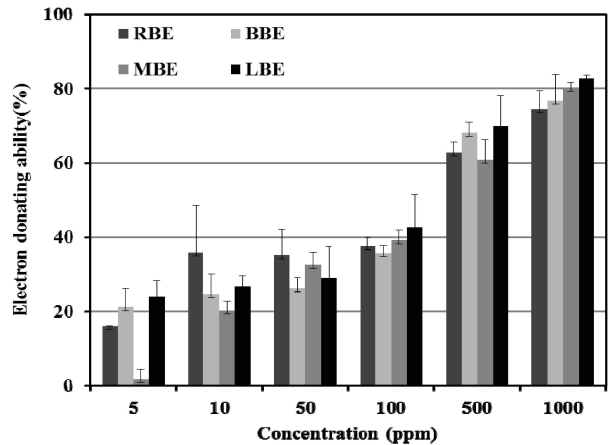


Fig. 1. Electron donating ability of *Brassica oleracea* var *italica* Plenck by different light source. ■ RBE: *Brassica oleracea* var *italica* Plenck in red light, ■ BBE: *Brassica oleracea* var *italica* Plenck in blue light, ■ MBE: *Brassica oleracea* var *italica* Plenck in red and blue light, ■ LBE: *Brassica oleracea* var *italica* Plenck in fluorescent lamp, Result are means±S.D. of triplicate data.

브로콜리의 에탄올추출물은 500 ppm에서 각각 62.8%, 68.1%, 60.9%, 69.9%의 활성을 나타내었고, 이들 브로콜리의 전자공여능은 형광등, 청색광, 적색광, 적·청색광 순으로 활성이 높았으나, 광원별 활성의 차이는 크지 않았으며, 전반적으로 우수한 활성을 나타내었다.

SOD 유사활성능 검증

Superoxide radical 소거활성능은 알칼리 상태에서 pyrogallol의 자동산화에 의한 발색을 이용한 측정방법으로 pyrogallol은 수용액에서 자동산화가 빠르게 일어나는데 여기에는 superoxide가 관여한다고 알려져 있다[8,31].

광원별 브로콜리 에탄올추출물의 SOD유사활성능을 측정한 결과 Fig. 2와 같이 나타내었다. 적색광, 청색광, 적·청색광, 형광등 브로콜리의 에탄올추출물은 1,000 ppm에서 각각 39.2%, 47.2%, 19.6%, 21.6%의 유사활성능을 나타내어 청색광에서 가장 높은 활성을 확인할 수 있었다. 이는 Jeong[19]의 연구에서 산마늘(*Allium victorialis* L.)의 비 발효 추출물과 발효 추출물에서 각각 15.2%, 15.0%의 활성을 나타낸 결과와 비교해 보았을 때 청색광 및 적색광 브로콜리의 에탄올 추출물에서 더 높은 SOD 유사활성능을 확인할 수 있었다. 특히 SOD 유사활성능에서는 광원별 활성의 차이가 2배 이상 나타남을 확인할 수 있었는데, 이러한 광원을 효과적으로 이용한다면 추출물의 활성을 높일 수 있는 좋은 전처리 과정이 될 것으로 사료된다.

Xanthine oxidase 저해활성 확인

광원별 브로콜리 에탄올추출물의 xanthine oxidase 저해활

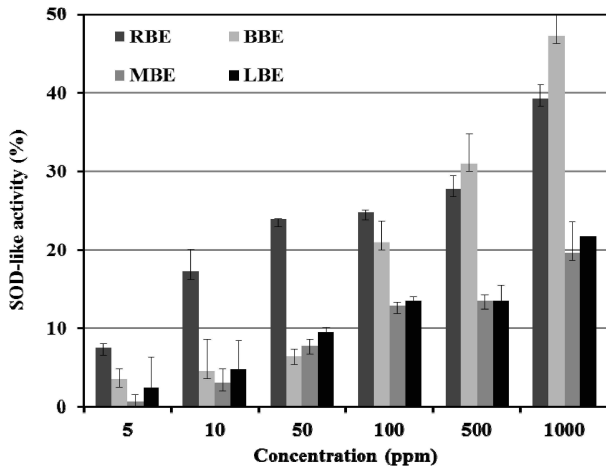


Fig. 2. SOD-like activity of *Brassica oleracea* var *italica* Plenck by different light source. ■ RBE: *Brassica oleracea* var *italica* Plenck in red light, ■ BBE: *Brassica oleracea* var *italica* Plenck in blue light, ■ MBE: *Brassica oleracea* var *italica* Plenck in red and blue light, ■ LBE: *Brassica oleracea* var *italica* Plenck in fluorescent lamp, Result are means±S.D. of triplicate data.

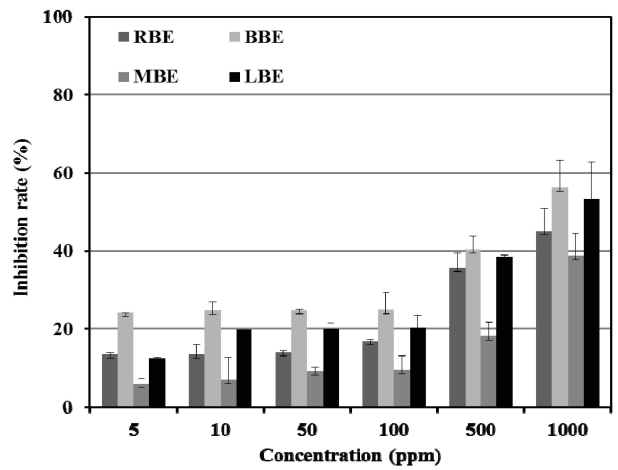


Fig. 3. Inhibition rate of *Brassica oleracea* var *italica* Plenck by different light source on xanthine oxidase. ■ RBE: *Brassica oleracea* var *italica* Plenck in red light, ■ BBE: *Brassica oleracea* var *italica* Plenck in blue light, ■ MBE: *Brassica oleracea* var *italica* Plenck in red and blue light, ■ LBE: *Brassica oleracea* var *italica* Plenck in fluorescent lamp, Result are means±S.D. of triplicate data.

성을 측정된 결과 Fig. 3과 같이 나타내었다. 적색광, 청색광, 적·청색광, 형광등 브로콜리의 에탄올추출물은 1,000 ppm에서 각각 45.1%, 56.2%, 38.8%, 53.3%의 xanthine oxidase 저해활성을 나타내어 적·청색광, 적색광, 형광등, 청색광의 순서로 저해활성이 높아지는 것을 확인하였고, 청색광과 형광등의 브로콜리 에탄올추출물이 가장 높은 저해활성을 나타내었다. 특히 청색광은 10 ppm에서부터 24.8% 이상의 저해활성을 나타내었다. 이는 An 등[1]의 연구에서 황련(*Coptidis Rhizoma*) 추출물의 에탄올추출물과 열수추출물 1,000 ppm에서 각각 18.8%, 6.9%의 활성을 나타낸 결과와 비교해보았을 때 광원별 브로콜리의 에탄올 추출물의 저해활성이 우수함을 확인할 수 있었다. 항산화 효과 실험인 DPPH, SOD, xanthine oxidase 저해활성 측정에서는 청색광원의 브로콜리 추출물의 활성이 다른 광원에 비해 우수함을 확인할 수 있어, 항노화 화장품 개발 시 청색광원을 이용하면 좀 더 활성이 높은 화장품을 개발할 수 있을 것으로 사료된다.

Tyrosinase 저해활성 확인

Tyrosinase는 tyrosin으로부터 3,4-dihydroxy-L-phenylalanin (DOPA)과 DOPA-quinone을 거쳐 최종적으로 흑갈색의 melanin색소 생성에 관여하는 효소[13]로 자외선에 의하여 melanocyte의 유사분열이 일어나고 이어서 melanocyte가 활성화 된다. 활성화 된 melanocyte에서는 tyrosinase 합성이 촉진되고 melanin의 생성이 항지되어 이를 표피 밖으로 운반 배출하게 되어 기미, 주근깨와 같은 색소 침착이 일어나게 된다. 그러므로 tyrosinase 활성 억제제는 피부 내에서의 mela-

nin polymer 합성을 효과적으로 저해할 수 있어 피부 미백제의 개발에 있어서 tyrosinase 활성억제 실험은 유용한 평가법으로 인정되고 있다[16,17].

광원별 브로콜리 에탄올추출물의 tyrosinase저해활성을 측정된 결과 Fig. 4와 같이 나타내었다. 적색광, 청색광, 적·청색광, 형광등 브로콜리의 에탄올추출물은 1,000 ppm에서 각각 21.0%, 13.1%, 26.0%, 19.1%의 저해활성을 나타내어 적·청색광에서 건조시킨 브로콜리에서 가장 높은 결과를 확인하였다. 이는 Choi의 연구[5]에서 황백(*Phellodendron amurense* R.)의 에탄올추출물과 열수추출물이 1,000 ppm에서 모두 10% 미만의 미비한 활성을 나타낸 결과와 비교했을 때, 적색광과 적·청색광의 브로콜리 에탄올추출물의 tyrosinase 저해활성이 비교적 높았음을 확인할 수 있었으나, 다른 결과와 비교하여 뚜렷한 활성의 변화는 없었다.

Collagenase 저해활성 확인

세포 외 기질(extracellular matrix)의 주요 구성 성분인 collagen은 피부의 섬유아 세포에서 생성되는 주요 기질 단백질이다. Collagen의 주된 기능으로는 피부의 기계적 견고성, 결합조직의 저항력과 조직의 결합력, 세포 접착의 지탱, 세포 분화와 분화의 유도 등이 알려져 있다[37]. 이러한 collagen은 연령 및 자외선 조사에 의한 광노화에 의해 감소하며, 이는 피부의 주름 형성과 밀접한 연관이 있다고 알려져 있다 [7,11,40]. 또한 collagen은 트립신 등의 단백질 분해효소의 작용을 받지 않으나, collagenase에 의해 분해된다는 보고가 있어[6,12], 브로콜리를 이용하여 collagenase 저해활성을 측정

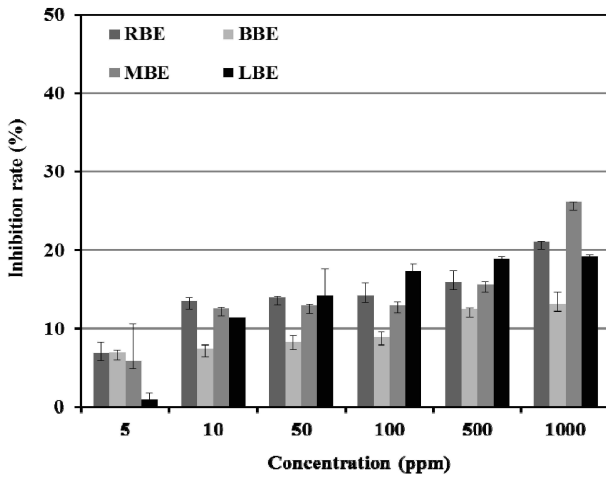


Fig. 4. Inhibition rate of *Brassica oleracea* var *italica* Plenck by different light source on tyrosinase. ■ RBE: *Brassica oleracea* var *italica* Plenck in red light, ■ BBE: *Brassica oleracea* var *italica* Plenck in blue light, ■ MBE: *Brassica oleracea* var *italica* Plenck in red and blue light, ■ LBE: *Brassica oleracea* var *italica* Plenck in fluorescent lamp, Result are means±S.D. of triplicate data.

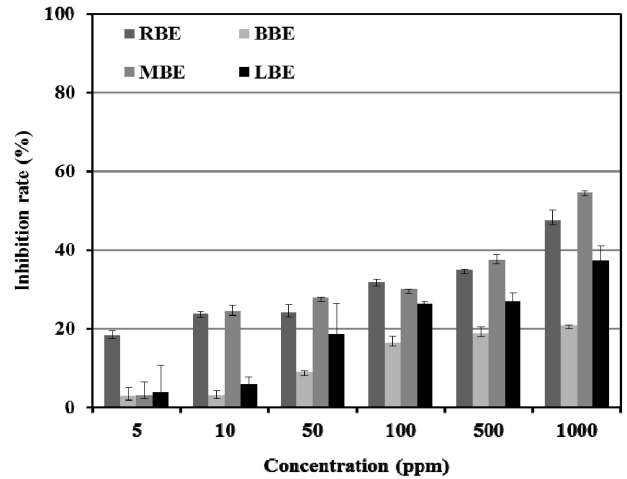


Fig. 5. Inhibition rate of *Brassica oleracea* var *italica* Plenck by different light source on collagenase. ■ RBE: *Brassica oleracea* var *italica* Plenck in red light, ■ BBE: *Brassica oleracea* var *italica* Plenck in blue light, ■ MBE: *Brassica oleracea* var *italica* Plenck in red and blue light, ■ LBE: *Brassica oleracea* var *italica* Plenck in fluorescent lamp, Result are means±S.D. of triplicate data.

하였다.

광원별 브로콜리의 에탄올추출물의 collagenase 저해활성을 측정 한 결과 Fig. 5와 같이 나타내었다. 적색광, 청색광, 적·청색광, 형광등 브로콜리의 에탄올추출물은 1,000 ppm에서 각각 47.4%, 20.8%, 54.6%, 37.2%의 저해활성을 나타내어 청색광, 형광등, 적색광, 적·청색광의 순서로 저해활성이 높았음을 확인하였다. 이는 Lee 등[29]의 연구에서 유백괴(*Ulmus macrocarpa Hance*) 추출물의 collagenase 저해활성 측정 결과 27.6%를 나타내었으며 Barrantes 등[2]의 연구에서 알로에(*Aloe barbadensis vera*) 추출물이 37.1%를 나타낸 결과와 비교하였을 때 청색광 브로콜리 에탄올추출물을 제외한 나머지 광원별 추출물의 collagenase 저해활성이 유의성 있는 결과를 나타낼 수 있었다. 특히 적색광이 포함된 브로콜리의 collagenase 저해활성이 우수한 것으로 나타났는데, 이는 Kim 등[25]의 브로콜리의 이화학적 특성 연구에서 적색광원에서 일 반성분의 함량이 대부분 높게 나타난 결과와 관련이 있는 것으로 판단된다.

Astringent 활성 확인

피부 단백질은 고분자 flavonoid인 polyphenol과 결합하여 가교결합을 형성하고 피부가 수축되어 수렴작용을 하게 된다 [35]. 본 실험에서는 hemoglobin의 단백질이 추출물과 결합하는 정도에 따라 수렴효과 정도를 판단하였다. 이러한 수렴 작용에는 외용 혹은 내용에 의해서 피부와 점막의 표면에 난용 성이 피막을 형성하고 그 결과 국소를 보호하거나, 혹은 조직을 조밀하게 하여 세포막의 투과성을 감소시키는 효과가 있다

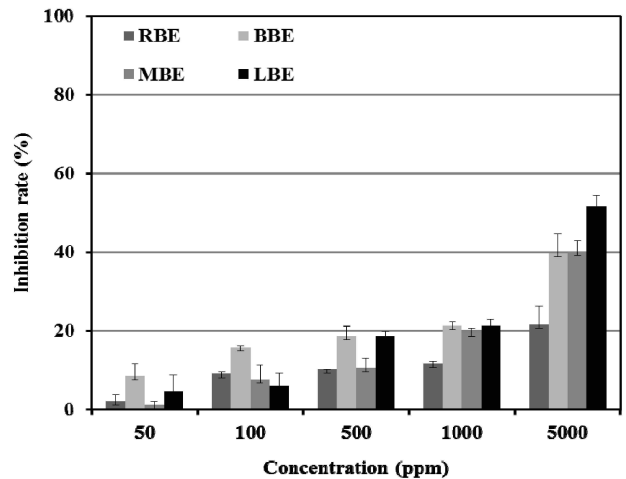


Fig. 6. Comparison of astringent activity on *Brassica oleracea* var *italica* Plenck by different light source. ■ RBE: *Brassica oleracea* var *italica* Plenck in red light, ■ BBE: *Brassica oleracea* var *italica* Plenck in blue light, ■ MBE: *Brassica oleracea* var *italica* Plenck in red and blue light, ■ LBE: *Brassica oleracea* var *italica* Plenck in fluorescent lamp, Result are means±S.D. of triplicate data.

고 보인다[36].

광원별 브로콜리 에탄올추출물의 수렴효과 측정인 astringent 활성 측정 결과 Fig. 6과 같이 나타내었다. 적색광, 청색광, 적·청색광, 형광등 브로콜리의 에탄올추출물은 5,000 ppm에서 각각 21.5%, 39.6%, 40.0%, 51.6%의 활성을 나타내어 형광등, 적·청색광, 청색광, 적색광의 순서로 활성이 높았음을

확인할 수 있었다. 이는 Lee 등[27]의 함초(*Salicornia herbacea* L.) 추출물의 에탄올추출물과 열수추출물은 각각 16.7%, 28.0%의 활성을 나타낸 결과와 비교하였을 때, 광원별 브로콜리의 에탄올추출물의 활성이 상대적으로 높은 것을 확인할 수 있었다. 앞의 결과들과 다르게 수렴효과에서는 형광등 브로콜리 추출물의 활성이 높게 나타났는데, 이는 Kim 등[25]의 브로콜리 새싹의 이화학적 특성 연구에서 형광등 브로콜리의 조단백질 함량이 가장 높게 나타난 결과를 볼 때, 브로콜리 성분과 hemoglobin의 단백질과 결합하여 astringent 활성에 영향을 준 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 보건복지부 보건의료연구개발사업의 지원에 의하여 이루어진 것임. (과제고유번호: A103017)

References

- An, B. J., J. T. Lee, C. E. Lee, J. H. Kim, J. H. Son, J. H. Kwak, J. Y. Lee, T. S. Park, H. J. Bae, M. J. Jang, and C. H. Jo. 2005. A study on physiological activities of *Coptidis Rhizoma* and application for cosmetic ingredients. *Korean J. Herbology* **20**, 83-92.
- Barrantes, E. and M. Guinea. 2003. Inhibition of collagenase and metalloproteinase by anions and aloe gel. *J. Life Sci.* **72**, 843-850.
- Blois, M. S. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* **26**, 1199-1200.
- Brooks, J. D., V. G. Paton, and G. Vidanes. 2001. Potent induction of phase 2 enzymes in human prostate cells by sulforaphane. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.* **10**, 949-954.
- Choi, I. S. 2009. Verification of effect with skin pharmacological material and cosmetic application from medicinal plant. M. D. Thesis, Daegu Haany University, Gyeongbuk, Korea.
- Demina, N. S. and S. V. Lysenko. 1996. Collagenolytic enzymes synthesized by microorganisms. *Mikrobiologija* **65**, 293-304.
- El-Domyati, M., S. Attia, F. Saleh, D. Brown, D. E. Birk, F. Gasparro, H. Ahmad, and J. Uitto. 2002. Intrinsic aging vs. photoaging: a comparative histopathological, immunohistochemical, and ultrastructural study of skin. *Exp Dermatol.* **11**, 398-405.
- Eugene, F., Jr. Roth, and S. G. Harriet. 1983. The pyrogallol assay for superoxide dismutase absence in glutathione artifact. *Anal. Biochem.* **137**, 50-53.
- Fahey, J. W., X. Haristoy, P. M. Dolan, T. W. Kensler, I. Scholtus, K. K. Stephenson, P. Talaly, and A. Lozniewski. 2002. Sulforaphane inhibits extracellular, intracellular, and antibiotic-resistant strains of *helicobacter pylori* and prevents benzo[a]pyrene-induced stomach tumors. *Proc. Natl. Acad. Sci.* **99**, 7610-7615.
- Gerhauser, C., M. You, J. Liu, R. M. Moriarty, M. Hawthorne, R. G. Mehta, R. C. Moon, and J. M. Pezzuto. 1997. Cancer chemopreventive potential of sulforamate, anovel analogue of sulforaphane that induces phase 2 drug-metabolizing enzymes. *Cancer Res.* **57**, 272-278.
- Giacomoni, P. U. and G. Rein. 2001. Factors of skin ageing share common mechanisms. *Biogerontology* **2**, 219-229.
- Grant, N. H. and H. E. Alburn. 1959. Studies on the collagenases of clostridium histolyticum. *Arch. Biochem. Biophys.* **82**, 245-255.
- Han, H. S., J. H. Park, H. J. Choi, J. H. Son, Y. H. Kim, S. Kim, and C. Choi. 2004. Biochemical analysis and physiological activity of perilla leaves. *Korean J. Food Culture* **19**, 94-105.
- Hwang, Y. H. 2010. Studies on nutritive function of Broccoli for skin health. M. D. Thesis, Suncheon National University, Jeonnam, Korea.
- Imlay, J. A. and S. Linn. 1988. DNA damage and oxygen radical toxicity. *Science* **240**, 1302-1309.
- Imokawa, G. and Y. Mishima. 1980. Isolation and characterization of tyrosinase inhibitors and their differential action on melanogenic subcellular compartment in amelanotic and melanomas. *Br. Japan Dermatol.* **103**, 625-633.
- Imokawa, G. and Y. Mishima. 1981. Biochemical characterization of tyrosinase inhibitors using tyrosinase binding affinity chromatography. *Br. Japan Dermatol.* **104**, 531-539.
- Jang, J. A. 2001. Patent for anti-aging cosmetics. *Health Industry Technology Trends* 89-96.
- Jeong, S. M. 2010. A study on the biological activity of fermented *Allium victorialis* L. extract. M. D. Thesis, Joongbu University, Chungnam, Korea.
- Kim, J. W. 2010. Trend and direction for plant factory system. *J. plant Biotechnol.* **37**, 442-455.
- Kim, J. Y., Y. H. Lee, J. Y. Kim, and B. K. Roh. 2005. Study of antioxidation action of *Lenonuri herba* extract. *J. Soc. Cosmet. Scientists Korea* **31**, 189-196.
- Kim, M. J., I. J. Kim, S. Y. Nam, C. H. Lee, T. Yun, and B. H. Song. 2006. Effects of drying methods on content of active components, antioxidant activity and color values of *Saururus chinensis* Bail. *Korean J. Medicinal Crop. Sci.* **14**, 8-13.
- Kim, M. R., J. H. Kim, D. S. Wi, J. H. Na, and D. E. Sok. 1999. Volatile sulfur compounds, proximate components, minerals, vitamin C content and sensory characteristics of the juices of kale and broccoli leaves. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **28**, 1201-1207.
- Kim, M. R., K. J. Lee, J. H. Kim, and D. E. Sok. 1997. Determination of sulforaphane in cruciferous vegetable by SIM. *Korean J. Food Sci. Technol.* **29**, 882-887.
- Kim, T. S., S. P. Lee, S. I. Park, J. Y. Lee, S. Y. Lee, and H. J. Jun. 2011. Physico-chemical properties of Broccoli sprouts cultivated in a plant factory system with different lighting conditions. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **40**, 1757-1763.
- Kozai, T. 2007. Propagation, grafting and transplant production in closed systems with artificial lighting for commercialization in Japan. *Propagation of Ornamental Plants* **7**,

- 145-149.
27. Lee, J. T. and B. J. An. 2002. Detection of physical activity of *Salicornia herbacea*. *Kor. J. Herbology* **17**, 61-69.
28. Lee, J. T., Y. S. Jeong, and B. J. An. 2002. Physiological activity of *Salicornia herbacea* and its application for cosmetic materials. *Kor. J. Herbology* **17**, 51-60.
29. Lee, T. W., S. N. Kim, U. K. Jee, and S. J. Hwang. 2004. Anti-wrinkle effect of pressure sensitive adhesive hydrogel patches containing Ulmi cortex extract. *J. Kor. Pharm. Sci.* **34**, 193-199.
30. Lim, H. J. 2004. Antioxidative compounds of *Euryale ferox* Salisb. M. D. Thesis, Chung-Ang University, Seoul, Korea.
31. Marklund, S. and G. Marklund. 1974. Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur. J. Biochem* **47**, 469-474.
32. McCord, J. M. 1987. Oxygen derived radicals: A link between reperfusion injury and inflammation. *Fed. Proc.* **46**, 2402-2406.
33. Nishimura, T., S. M. A. Zobayed, T. Kozai, and E. Goto. 2006. Effect of light quality of blue and red fluorescent lamps on growth of St. John's Wort (*Hypericum perforatum* L.). *J. SHITA*. **18**, 225-229.
34. Nozue, H., A. Shimada, Y. Taniguchi, and M. Nozue. 2010. Improving the productivity of plants using an LED light equipped with a control module. *J. SHITA*. **22**, 81-87.
35. Okuda, K. 1986. Astringent effects of plants component. *Fragrance J.* **6**, 270-274.
36. Park, K. S. 2010. The study of cosmeceutical activities from Coffee Beans and application of MLV liposomes on advanced formulation. M. D. Thesis, Daegu Hanny University, Gyeongbuk, Korea.
37. Perlish, J. S., G. Lemlich, and R. Fleischmajer. 1998. Identification of collagen fibrils in scleroderma skin. *J. Invest. Dermatol.* **90**, 48-54.
38. Sok, D. E., J. H. Kim, and M. R. Kim. 2003. Isolation and identification of bioactive organosulfur phytochemicals from solvent extract of broccoli. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **32**, 315-319.
39. Stirpe, F. and E. Della Corte. 1969. The regulation of rat liver xanthine oxidase. Conversion in vitro of the enzyme activity from dehydrogenase (type D) to oxidase (type O). *J. Biol. Chem* **244**, 3855-3863.
40. Wlaschek, M., I. Tancheva-Poor, L. Naderi, W. Ma, L. A. Schneider, Z. Razi-Wolf, J. Schuller, and K. Scharffetter-Kochanek. 2001. Solar UV irradiation and dermal photoaging. *J. Photochem. Photobiol. B.* **63**, 41-51.
41. Wünsch, E. and H. G. Heindrich. 1963. Zur quantitativen bestimmung der collagenase. *Hoppe-Seyler's. Physiol. Chem* **333**, 149-151.
42. Yagi, A., T. Kanbara, and N. Morinobu. 1986. The effect of tyrosinase inhibition for aloe. *Planta Medica.* **3981**, 517-519.
43. Zhang, Y., P. Talalay, C. G. Cho, and G. H. Posner. 1992. A major inducer of anticarcinogenic protective enzymes from broccoli: isolation and elucidation of structure. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **89**, 2399-2403.

초록 : 광원별 브로콜리 추출물의 화장품약리활성 검증

이수연¹ · 전해지¹ · 윤지영¹ · 김태수² · 박소이² · 이성표² · 박주훈¹ · 이진영^{1*}
 (¹호서대학교 한방화장품과학과, ²쑈미스바알텍)

본 연구에서는 십자화과에 속하는 식물인 브로콜리를 적색광, 청색광, 적·청색광, 형광등을 이용해 건조시킨 광원별 브로콜리 에탄올추출물의 항산화, 미백 및 주름 개선 효과 등의 화장품약리활성을 검증하였다. 항산화 활성을 검증하기 위해 전자공여능, SOD 유사활성능, xanthine oxidase 저해활성능을 측정한 결과, 전자 공여능에서는 형광등, 청색광, 적색광, 적·청색광 브로콜리의 에탄올추출물의 순서로 높았고, SOD 유사활성능에서는 청색광이, xanthine oxidase 저해활성능에서는 청색광과 형광등의 브로콜리 에탄올추출물의 활성이 가장 높았다. 미백 효과를 검증하기 위해 tyrosinase 저해활성능을 측정한 결과, 적·청색광 브로콜리의 에탄올추출물이 가장 높은 활성을 나타내었고, 주름 개선 효과를 검증하기 위해 collagenase 저해활성능을 측정한 결과 청색광, 형광등, 적색광, 적·청색광 브로콜리 에탄올추출물 순으로 높은 활성을 나타내었다. 수렴 효과를 검증하기 위해 astringent 활성을 측정한 결과 형광등 브로콜리의 에탄올추출물이 가장 높은 활성을 나타내었음을 확인하였다. 따라서 적색광, 청색광, 적·청색광, 형광등을 이용해 건조시킨 광원별 브로콜리 에탄올 추출물의 기능성 소재의 가능성을 확인하였다.