

Antioxidant and photoprotective activities of various extracts from the roots of *Rumex crispus* L.

Yeon-Soon Kim¹, Hwa-Jin Suh^{1,2}, Shin Park^{1*}

¹Division of Life and Environment, Daegu University, Gyeongsan 712-714, Korea.

²Research and Development Team, Gyeongbuk Natural Color Industry Institute, Yeongchen 770-906, Korea

소리쟁이(*Rumex crispus* L.) 뿌리 추출물의 항산화 및 광피해 억제 효과

김연순¹ · 서화진^{1,2} · 박신^{1*}

¹대구대학교 생명환경학부, ²(재)경북천연염색산업연구원

Abstract

The antioxidant and photoprotective effects of various extracts from the roots of *Rumex crispus* L. were evaluated. The concentrations (IC₅₀) of various extracts required to exert a 50% reducing effect on a DPPH radical were found to be 0.005~0.093 mg/mL. The ethyl acetate extract showed a more remarkable effect than the positive control ascorbic acid. The concentrations (QC₅₀) of the butanol and ethyl acetate extracts required to exert a 50% reducing effect on the singlet oxygen ¹O₂ were found to be 0.464 and 0.365 mg/mL, respectively. Both extracts were also found to protect the *in vitro* biological system from the detrimental effect of a singlet oxygen ¹O₂ on type II photosensitization in *E. coli* and genomic DNA. Among all the tested extracts, the ethyl acetate and butanol extracts contained higher amounts of total phenolic contents. The results suggest that our study may contribute to the development of new bioactive products with potential applications to the reduction of photo-produced oxidative stress involving reactive oxygen species in living organisms

Key words : antioxidant, photoprotection, *Rumex crispus* L., singlet oxygen quenching

서 론

자연계에 존재하는 동식물류 중에서 인체의 생체리듬을 조절하고 면역계를 활성화시키며 세포분화를 유도하는 성분들이 함유되어 있다는 것이 최근 많은 연구에 의하여 밝혀짐에 따라 여러 가지 생리적 효능을 가지는 천연물 소재에 대한 관심과 연구가 활발히 진행되고 있다(1-3). 특히 식물류 중에 함유되어 있는 생리 활성 성분에 대한 관심이 높으며 각종 생약재 및 천연물의 항균, 항돌연변이, 항산화 및 항암효과에 대한 연구들이 보고되고 있다(4,5). 천연물의 항산화작용은 노화와 만성적 질병을 일으키는 활성산소를 제거하는 것이라 할 수 있는데, 산소는 인간에게 없어서는 안 될 필수 불가결한 물질이라는 점에서 매우 유익한 반면, 활성산소로 변환되어 질병을 일으키고 노화를 촉진

시켜 생체에 큰 장애를 일으키는 것으로 알려져 있다(6). 유해산소로 알려진 활성산소종(reactive oxygen species, ROS)은 분자 구조적으로 매우 불안정하기 때문에 세포 구성성분인 지질, 단백질, 당, DNA 등에 대하여 비선택적, 비가역적인 파괴작용을 일으켜 노화는 물론 암을 비롯하여 뇌졸중, 파킨슨병, 심장질환, 동맥경화, 피부질환, 소화기질환, 염증, 류마티스, 자가면역질환 등의 각종 질병을 유발한다(7,8). 신체에는 이러한 산화적 스트레스로부터 세포막과 세포내 물질을 보호하기 위한 항산화 기전이 존재하는데 그중 하나는 체내 존재하는 항산화 효소에 의해서, 나머지는 생체 내 여러 가지 항산화 물질과 식이를 통하여 공급되는 항산화제에 의한 것이다(9). 현재까지 천연 항산화제로는 비타민E, 비타민C, 탄닌, 안토시아닌, 카로티노이드류, 플라보노이드류 등이 있으며 생체 내에서 노화를 억제시키거나, 동맥경화, 염증, 퇴행성질환 및 암을 예방하는데 아주 효과적인 것으로 보고되고 있다(10,11). 또한 합성 항산화제인 BHA 및 BHT는 효력은 매우 우수하나 체내 에너지

*Corresponding author. E-mail : spark@daegu.ac.kr
Phone : 82-53-850-6751, Fax : 82-53-850-6759

생산과 세포대사 및 호흡작용을 방해하며 발암성이 있고 독성이 강하다는 문제점이 보고되고 있다(12,13). 따라서 합성 항산화제보다 안전하고 효력이 강한 천연 항산화제의 개발이 요구되고 있다.

소리쟁이(*Rumex crispus* L.)는 우리나라 전역에서 자라는 마디풀과의 다년생초본으로 높이는 30~80 cm이고 줄기는 곧게 자라며 잎은 호생하며 잎자루가 짧고 장타원상 피침형으로 양끝이 좁고 주름살이 있는 식물이다. 우리나라에는 소리쟁이와 형태학적으로 유사한 참소리쟁이(*R. japonicus* HOUTT), 묵발소리쟁이(*R. conglomeratus* MURP.), 금소리쟁이(*R. maritimus* L.)도 서식하고 있다. 민간에서는 잎을 식용으로 사용하고 있으며, 한방에서 소리쟁이의 잎과 뿌리는 우이대황엽, 우이대황이라 하여 지혈, 통열, 해독, 통변, 기관지염, 변비 등의 다양한 처방제제로 활용되었다. 최근에는 소리쟁이에 함유되어 있는 생리활성물질과 이의 생리작용에 대한 연구가 진행되고 있다. 소리쟁이 종자의 추출물은 소염진통작용 및 간 보호 효과가 있는 것으로 보고된 바 있으며, *Vibrio vulnificus*와 *Saccharomyces cerevisiae*에 대하여 항균 활성을 나타내는 것으로 보고되었다(14,15). 그리고 소리쟁이에는 2,6-dichloro- 4-nitrophenol, 2-isopropyl-5-methylphenol, 4-vinyl-2-methoxy- phenol, 2,3-dihydrobenzofuran과 같은 항산화물질이 존재한다고 보고되고 있다(16).

본 연구에서는 소리쟁이 뿌리의 항산화제로서의 활용 가능성에 대한 검정을 하기 위하여 소리쟁이 뿌리 추출물의 항산화 활성, 생체기관의 광피해 억제 효과 등을 연구하였다.

재료 및 방법

추출 및 분획

소리쟁이 뿌리는 경상북도 영천시 금호강변에서 2012년 6월 말에 채취해 음지에서 5일간 자연 건조하였으며, 시료의 추출 및 분획 과정은 Fig. 1과 같다. 건조한 시료 200 g을 70% 에탄올 2 L로 3회 추출한 후, 추출액을 Whatman No. 2 여지로 여과하여 고형물을 제거하고, 70% 에탄올 추출액을 감압농축기(EYELA N1000, Tokyo, Japan)를 이용하여 40°C에서 농축하였다. 획득한 소리쟁이 추출물에 일정량의 물을 첨가하여 1 L로 부피를 맞춘 후, 극성도가 다른 추출용매인 헥산, 클로로포름, 에틸아세테이트, 부탄올 1:1 비율로 차례대로 넣어 각 분획을 얻었다. 먼저 분액여두에 헥산을 소리쟁이 추출물과 동량을 넣고, 잘 혼합한 후 수층과 추출용매의 두 층으로 나뉜다. 헥산 용매층(HE)은 따로 농축하고, 수용액층을 다시 같은 방법으로 클로로포름(CE)과 에틸아세테이트(EE)와 부탄올(BE)을 차례대로 넣어 각각 분액 하였다. 부탄올 분액 후 남은 수용액층을 동결건조한 후 메탄올(10 mL)을 첨가하여 원심분리하였다. 이때 상등액을 메탄올 추출물(ME)로, 침전물을 증류수로 녹여 물 추출물(WE)로 사용하였다. 각 추출물은 용해성을 감안하여 100 mg/mL로 농축한 후, 4°C에서 보관하며 실험에 사용하였다. 실험을 위하여 사용한 용매 및 시약은 Duksan(GR grade), Sigma-Aldrich Co.(St. Louis, MO, USA) 제품을 사용하였다.

총 페놀 함량 분석

총 페놀 함량은 다양한 용매로 추출된 소리쟁이 뿌리

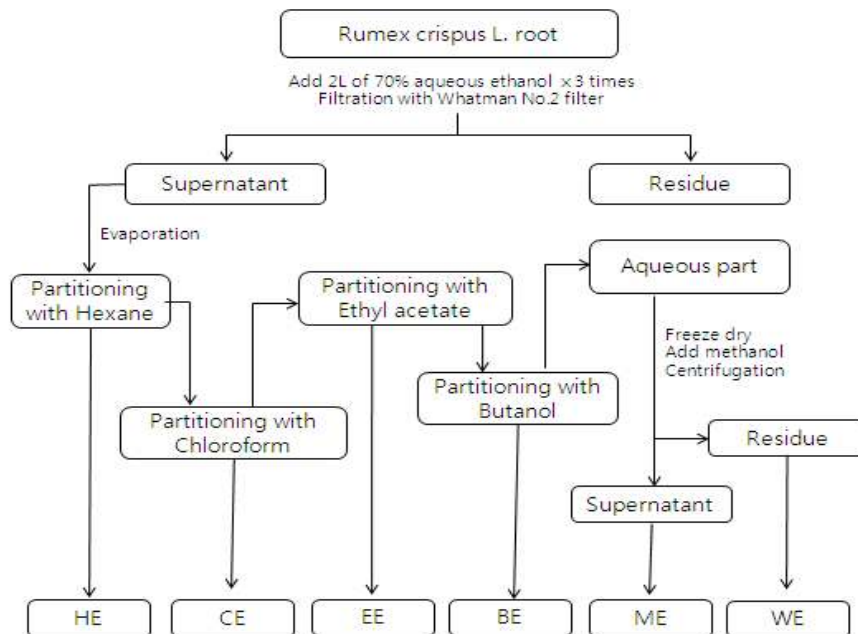


Fig. 1. Schematic diagram for the extraction from *Rumex crispus* L. root.

추출물(HE, CE, EE, BE, ME, WE)에 대하여 총 폴리페놀 함량을 평가하기 위해 Folin-Ciocalteu법(17)을 이용하였다. 즉 시료 100 μL 와 Folin-ciocalteu시약 50 μL , 20% Na_2CO_3 850 μL 를 혼합한 후 2시간 동안 암실에서 보관한 후, 분광광도계(UV-1800, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 765 nm에서 측정하였다. 총 페놀 함량은 gallic acid를 이용하여 표준 검량선을 작성하여 총 폴리페놀 함량을 시료 1 mg 중의 mg gallic acid로 계산하였다. Gallic acid의 농도는 10~500 mg/mL가 되도록 하여 위와 같은 방법으로 765 nm에서 흡광도를 평가하여 작성하였다.

2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH) radical 측정

Brand-Williams 등의 방법(18)에 따라 DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) 라디칼 소거 활성을 평가하였다. 6×10^{-5} M DPPH를 메탄올에 녹인 후, DPPH 라디칼 용액 900 μL 와 시료 100 μL 를 혼합한 후 5분간 반응시킨 후 분광광도계(UV-1800, Shimadzu) 사용하여 517 nm에서 흡광도를 평가하였다. DPPH 라디칼의 소거능은 아무 것도 첨가하지 않은 대조군과 시료 첨가 후 흡광도의 변화로 하여 다음 식으로 계산하였다.

$$\text{전자공여능}(\%) = \left(1 - \frac{\text{시료 첨가구의 흡광도}}{\text{무처리구의 흡광도}}\right) \times 100$$

시료의 농도별 DPPH 라디칼 소거능(전자공여능, %)을 도식화하여 전자공여능 50%일 때의 시료 농도를 50% inhibition concentration(IC₅₀)로 나타내었다.

ABTS radical decolorization 측정

ABTS[2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt] 라디칼을 이용한 항산화력 측정은 ABTS radical cation decolorization 방법(19)에 의하여 측정하였는데, 7 mM ABTS와 2.4 mM potassium persulfate를 섞어 12시간 이상 암소에 방치하여 청록색의 ABTS 라디칼을 형성시켜 냉장 보관하였으며, radical stock solution은 734 nm에서 흡광도 값이 0.70(± 0.02)이 되도록 에탄올로 희석하였다. 이 용액 0.9 mL에 농도별로 제조한 각 시료용액 0.1 mL를 가한 후 실온에서 7분간 반응시킨 후, 반응액의 흡광도 변화를 734 nm에서 측정하였다. ABTS radical cation decolorization 정도는 시료용액 첨가군과 무첨가군의 흡광도 감소율로 나타내었다.

$$\text{ABTS radical decolorization}(\%) = \left(1 - \frac{A_s}{A_c}\right) \times 100$$

As : Absorbance of sample

Ac : Absorbance of control

단일항산소 측정

Rose bengal(RB)의 광증감 반응에 의해 생성된 단일항산

소를 측정하기 위하여 imidazole-RNO bleaching 방법(20)을 이용하였다. 단일항산소 분석은 2 μM rose bengal, 5 mM imidazole 그리고 4 μM RNO를 녹인 20 mM Tris-succinate buffer(pH 6.5) 반응액이 빛에 노출되기 전후 흡광도 변화를 440 nm에서 측정하여 나타내었다. 시료는 150 W halogen-lamp(Osram, Augsburg, Germany)로부터 백색광($\lambda > 400$ nm, 100 $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$)에 4분간 노출되어졌으며, 모든 분석은 25°C에서 이루어졌다. 대조군으로는 L-ascorbic acid를 사용하였다.

생체기관의 광피해 억제력 측정

생체기관의 광피해 억제력 시험은 소리쟁이 추출물이 빛에 의해 야기되어진 활성산소로부터 생체 기관을 보호하는 지를 검증하는 실험으로서, 본 연구에서는 단일항산소에 의한 대장균 사멸억제 및 DNA 손상억제에 대한 연구를 Suh 등의 방법(21)으로 수행하였다. 대장균 사멸억제 효과 검증을 위하여 *Escherichia coli* Luria-bertari 고체배지와 멸균 처리된 페이퍼디스크, 광증감제(10 μg rose bengal)가 사용되었다. 대장균이 도말된 *E. coli* Luria-bertari 고체배지에 멸균된 페이퍼디스크를 놓고 무처리군, 광증감제 처리군 및 광증감제+시료(추출물 또는 아스코빅산)를 처리하여 25°C, 20시간 빛에 노출시킨 후 페이퍼디스크 주변의 대장균 생육상태(생육 저지환 크기)를 관찰하였다. DNA 손상억제력 확인을 위하여 빛 노출 조건 하에서 추출물 유무에 따라 DNA 파괴 정도를 검정하였다. 실험 균주 *E. coli*로부터 Exgene™ cell SV mini kit(Gene All®)을 이용하여 genomic DNA를 분리하였으며, 분리된 genomic DNA에 소리쟁이 용매별 추출물을 농도별 처리와 RB 50 μL 넣은 후 5분, 10분 간격으로 광 조사를 한 후 1% agarose 전기영동을 통해 genomic DNA 파괴 정도를 확인하였다.

결과 및 고찰

총 페놀 함량

페놀성 화합물은 자연계에 널리 분포하는 2차대사산물로서 대부분 항산화 활성을 나타내는 것으로 알려져 있다(22). 본 실험에서 사용되어진 다양한 소리쟁이 뿌리 추출물(HE, CE, EE, BE, ME, WE)의 총 페놀성 화합물 함량(total phenolic contents, TPC)의 분석 결과는 Fig. 2에 나타난 바와 같다. 각 용매 추출물의 TPC는 0.083~0.664 mg GA/mg extract의 범위를 나타내었는데 그중 에틸아세테이트 추출물(EE)이 0.664 mg GA/mg extract로 다른 용매 추출물에 비해 월등히 높은 수준으로 분석되었다. 또한 클로로포름 추출물(CE)은 0.298 mg GA/mg extract이었고, 부탄올 추출물(BE)은 0.294 mg GA/mg extract, 헥산 추출물(HE)은 0.291 mg GA/mg extract로 나타났으며, 메탄올 추출물(ME)

은 0.091 mg GA/mg extract, 증류수 추출물(WE)은 0.083 mg GA/mg extract를 나타내 상대적으로 적게 검출되었다. 일반적으로 페놀성 화합물의 함량은 항산화력과 정의 상관 관계를 나타내며, 소리쟁이 뿌리 추출물에 따른 총 페놀 함량으로 보아 소리쟁이 뿌리의 항산화력은 아주 우수한 것으로 판단되었다.

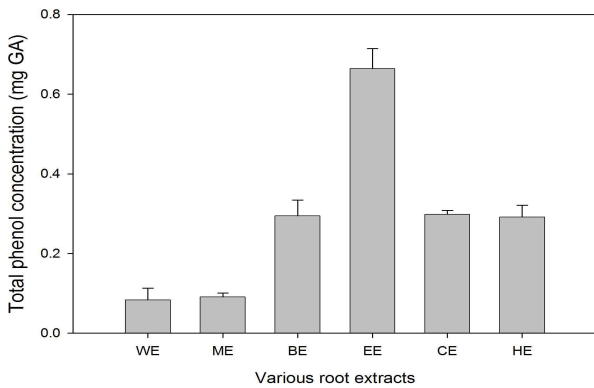


Fig. 2. Total phenolic contents of various extracts from *R. crispus* root.

Data are presented as means±standard deviation (n=3)

2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH) radical 소거능

DPPH는 화학적으로 안정화된 자유라디칼을 가지고 있는 물질로 ascorbic acid, tocopherol, polyhydroxy 방향족 화합물 등에 의해 환원되어 짙은 자색이 탈색되는데, 이것은 다양한 천연 소재로부터 항산화물질을 검색하는데 많이 이용되고 있다(23). 소리쟁이 뿌리 추출물의 전자 공여능을 측정하는 결과는 Fig. 3과 같은데, DPPH 라디칼 소거 활성을 나타내는 IC₅₀ 값이 WE 0.057 mg/mL, ME 0.077 mg/mL, BE 0.015 mg/mL, EE 0.005 mg/mL, CE 0.039 mg/mL, HE

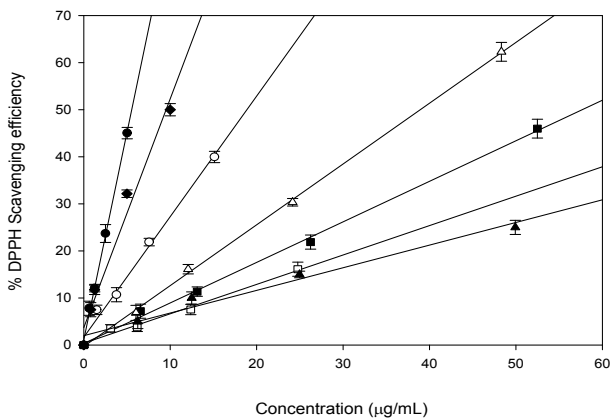


Fig. 3. Kinetics of DPPH scavenging activity measured by increase of *R. crispus* root extracts.

Averaged results from triplicate experiments are given with error bars representing SD (■, water; □, methanol; ○, butanol; ●, ethyl acetate; △, chloroform; ▲, hexane extract; ◆, ascorbic acid).

0.093 mg/mL를 나타내어 소리쟁이 뿌리 추출물의 DPPH 소거 활성이 우수하다는 것을 알 수 있었다. 특히 에틸아세테이트 추출물(EE)과 부탄올 추출물(BE)에서 높은 DPPH 라디칼 소거 활성을 나타내었는데, 비교 물질로 주로 사용되는 ascorbic acid의 0.010 mg/mL과 비교될 정도로 상당히 높은 수준의 항산화력을 가지는 것을 확인하였다. 또한 클로로포름 추출물(CE)과 물 추출물(WE) 경우도 비교적 우수한 활성을 띄고 있었으며, hexan 추출물(HE)과 메탄올 추출물(ME)은 비교적 라디칼 소거 활성이 낮게 나타났다.

ABTS radical cation 소거능

ABTS와 potassium persulfate를 암소에 방치하면 ABTS 라디칼이 생성되는데 추출물의 항산화력에 의해 ABTS 라디칼이 소거되어 라디칼 특유의 색인 청록색이 탈색된다. 이와 같이 ABTS 라디칼 탈색반응은 이미 생성된 자유라디칼의 제거 정도를 흡광도로 나타내어 ABTS 라디칼의 소거 활성능을 측정하는 방법으로 ABTS 라디칼 탈색반응이 1분 안에 종료되므로 단시간 측정할 수 있고, 소수성과 친수성 모두에 적용 가능하다(24). 소리쟁이 뿌리 추출물 및 ascorbic acid의 ABTS 라디칼 소거 활성을 측정 한 결과는 Fig. 4에 나와 있는바와 같이, 놀랍게도 0.36 µg/mL의 에틸아세테이트 추출물(EE)은 약 94%의 높은 ABTS 라디칼 소거 활성을 보였고, IC₅₀ 값이 0.17 µg/mL을 나타내었다. 또한 부탄올 추출물(BE)의 IC₅₀ 값이 21.42 µg/mL로 비교적 높은 활성을 나타내었으며 그 외 다른 분획들의 IC₅₀ 값은 32.4~133.4 µg/mL로 상대적으로 낮았으며 hexan 분획의 경우 ABTS 라디칼 소거활성을 확인할 수 없었다. 항산화제로 잘 알려져 있는 ascorbic acid의 IC₅₀ 값이 3.35 µg/mL로 측정되어진 것을 볼 때 본 연구에 사용되어진 에틸아세테이트 추출물(EE)은 매우 높은 ABTS 라디칼 소거 활성을 가진다는 것을 알 수 있었다. 또한 DPPH 라디칼 저해 활성이

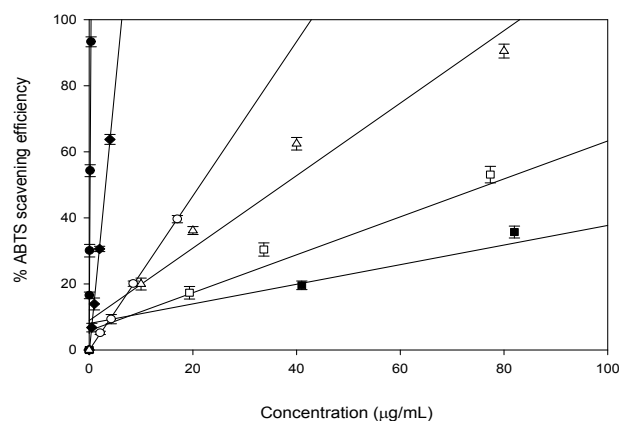


Fig. 4. Kinetics of ABTS scavenging activity measured by increase of *R. crispus* root extracts.

Averaged results from triplicate experiments are given with error bars representing SD (■, water; □, methanol; ○, butanol; ●, ethyl acetate; △, chloroform; ◆, ascorbic acid).

ABTS 라디칼 저해 활성보다 높게 나온 경향을 볼 수 있는데 이는 ABTS 라디칼이 DPPH 라디칼 보다 좀 더 강력한 산화 물질이기 때문인 것으로 사료된다(25).

단일항산소 억제 효과

다양한 소리쟁이 뿌리 추출물에 대한 단일항산소 억제 효과를 검증하기 위하여 광증감 반응(Type-II photosensitization)에 의해 발생하는 단일항산소의 억제 효과를 분석하였다. 시료의 농도별 처리에 따른 단일항산소 억제 효과는 Fig. 5에 나타내었는데, EE의 QC_{50} 값은 0.365 mg/mL이었고, BE는 0.464 mg/mL로 앞에서와 같이 높은 항산화력을 나타내었다. ME는 2.481 mg/mL, WE 2.743 mg/mL이었으며, CE 및 HE의 경우 효과적이지 않았다. 대조군으로는 항산제로 잘 알려져 있는 ascorbic acid(AA)를 사용하였는데, AA의 경우 0.086 mg/mL의 QC_{50} 값을 보였다.

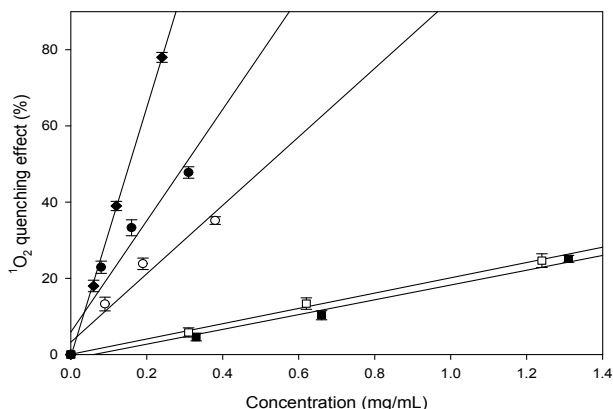


Fig. 5. Kinetics of singlet oxygen quenching activity measured by increase of *R. crispus* root extracts.

Averaged results from triplicate experiments are given with error bars representing SD (■, water; □, methanol; ○, butanol; ●, ethyl acetate; ◆, ascorbic acid).

생체기관의 광 피해 억제 효과

정제가 되지 않은 추출물 상태에서 우수한 항산화 활성이 나타난 것으로 보아 자외선을 포함한 강한 직사광선에 노출되었을 경우 발생하는 활성산소를 소거하는 능력이 뛰어나리라 판단이 되었으며, 빛에 의해 발생하는 단일항산소에 대한 피해로부터 보호해 주는 광피해 억제 효과에 대한 연구를 수행하였다. 우선 광증감 반응(Type-II photosensitization)으로 생성되는 활성산소에 의한 대장균의 피해로부터 소리쟁이 뿌리 추출물의 역할을 알아보기 위해 단일항 산소 억제 효과가 우수하였던 EE, BE 추출물의 광보호(photoprotection)효과를 분석하였다. 무처리군, 광증감제 처리군 및 광증감제+시료(추출물 또는 아스코르브산) 처리군으로 구분하여 빛에 노출시킨 후 페이퍼디스크 주변의 대장균 생육상태(생육 저지환 크기)를 관찰하였다. 대장균의 증식은 광증감제인 rose bengal이 빛에 노출되었을 때 발생하는 단일항산소로 인한 페이퍼디스크 주변에 형성

되어진 생육 저지환의 크기로 판단해 볼 때 심각한 저해를 받았다(Fig. 6). 반면 ascorbic acid, EE 및 BE를 첨가하였을 때 생육 저지환의 크기가 감소하는 것으로 보아 이들이 활성산소를 억제하거나 제거한 것으로 판단되며, 그로 인해 대장균 생존에 영향을 끼친 것으로 생각할 수 있었다. 또한 자외선 및 강한 직사광선에 의한 생체기관의 파괴로부터 소리쟁이 뿌리 추출물의 역할을 알아보기 위해 유전자 수준에서 DNA 손상 억제력 시험을 실시하였다(Fig. 7). 분리한 DNA를 암조건(lane 1, 2) 및 광노출시(lane 3-6)에 따른 DNA 파괴 정도와 광 노출 시 소리쟁이 EE 첨가 (lane 2, 4, 6) 여부에 따른 DNA 보호 정도를 확인한 결과, Fig. 7에서와 같이 EE를 첨가하지 않고 광에 노출된 3, 5 시료에 비해 EE를 첨가한 4, 6 시료에서 DNA의 손상이 적은 것을 확인할 수 있었다. 소리쟁이 뿌리 추출물인 EE가 광조건 하에서 발생한 활성산소에 의한 DNA손상을 억제하는 효과를 보인 것을 알 수 있었다.

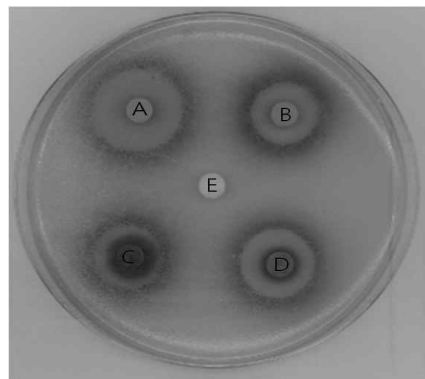


Fig. 6. Photoprotective effect of *R. crispus* root extracts on photosensitized damage.

A clear zone on agar plate around a filter paper disk loaded with 0.04 mg RB alone (A) indicates bacterial growth inhibition induced by photosensitization. The zone of inhibition changed when the disk was loaded with 0.04 mg RB plus 0.6 mg ascorbic acid (B) or 0.1 mg sample extracts (C, BE; D, EE). E is the negative control.

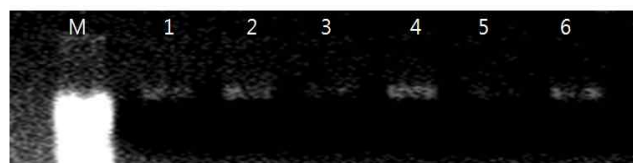


Fig. 7. Photoprotective effect of *R. crispus* root extracts on photosensitized damage of genomic DNA.

DNA were incubated with 2 μ M RB plus different condition (lane 1, dark condition; lane 2, dark plus 0.1 mg/mL EE; lane 3, 5 min illuminated; lane 4, 5 min illuminated plus 0.1 mg/mL EE; lane 5, 10 min illuminated; lane 6, 10 min illuminated plus 0.1 mg/mL EE) at 25 $^{\circ}$ C under continuous illumination (> 350 nm, 15 W·m $^{-2}$).

결론적으로 소리쟁이 뿌리 추출물의 총 페놀 함량, DPPH, ABTS 및 단일항산소 분석 결과를 종합해 볼 때 모든 실험에서 에틸아세테이트 추출물과 부탄올 추출물에서 아주 우수한 항산화 활성을 보였고, 강한 광에 노출되었을 때 일어날 수 있는 생체기관의 광피해로부터 생명체를

보호하는 중요한 반응을 할 것이라고 판단한다. 향후 *in vivo* 실험 및 순물질 정제를 통해 심도 깊은 연구가 진행되어야 할 것으로 판단되며, 식품산업, 화장품산업 및 의약산업에 적용한다면 활용성이 높을 것으로 사료된다.

요 약

이 연구의 목적은 소리쟁이 뿌리로부터 얻어진 다양한 용매 추출물의 항산화 활성과 광 피해 억제 효과를 확인하는 것이다. 항산화 활성은 총 페놀 함량 분석과 DPPH 라디칼 소거능, ABTS 라디칼 소거능, 단일항산소 억제 효과로 확인하였다. DPPH 라디칼 소거 활성을 나타내는 IC₅₀ 값은 0.005~0.093 mg/mL를 나타내어 소리쟁이 뿌리 추출물의 DPPH 소거 활성이 우수하다는 것을 알 수 있었다. 특히 에틸아세테이트 추출물이 0.005 mg/mL로 높은 DPPH 라디칼 소거 활성을 나타내었는데, 비교 물질로 주로 사용되는 ascorbic acid의 0.010 mg/mL 보다 높은 우수한 항산화력을 가지는 것을 확인하였다. 단일항산소 억제 효과를 나타내는 QC₅₀ 값은 부탄올과 에틸아세테이트 추출물의 경우 각각 0.464, 0.365 mg/mL을 나타내어 높은 소거 활성을 보였으며, 대장균 및 DNA와 같은 생체기관의 피해로부터 이들 추출물의 광 피해 억제 효과를 시험한 결과 강한 빛에 의해 야기되는 활성산소의 피해로부터 생물체를 보호해주는 것을 알 수 있었다. 총 페놀 함량도 에틸아세테이트와 부탄올 추출물에서 높은 수준을 나타내었다. 결론적으로 소리쟁이 뿌리의 추출물은 생물체의 산화적 스트레스로부터 야기되는 활성산소를 억제하는 중요한 역할을 하며, 보다 심도 깊은 연구를 진행한다면 새로운 생물 소재로 활용성이 높을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2012년도 대구대학교 학술연구비 지원에 의한 논문이며, 이에 감사드립니다.

References

- Vinson JA, Hao Y, Su X, Zubik L (1998) Phenol antioxidant quantity and quality in food: vegetables. *J Agric Food Chem*, 46, 3630-3634
- Hertog MGL, Feshkens JM, Hollman CH, Katan MB, Kromhout D (1993) Dietary antioxidants flavonoids and the risk of coronary heart disease: the *Zutphen elderly* study. *Lancet*, 342, 1007-1011
- Gil H (2000) Nutraceuticals and functional foods : Introduction and meaning, *Nutrition*, 16, 688-697
- Park CS (2000) Effect of pine needle and green tea extracts on the survival of pathogenic bacteria. *Korean J Food Cookery Sci*, 16, 40-46
- Park JC, Ha JO, Park KY (1996) Antimutagenic effect of flavonoids isolated from *Oenanthe javanica*. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 25, 588-592
- Lee SO, Kim MJ, Kim DK, Choi HJ (2005) Antioxidative activities of temperature-stepwise water extracts from *Inonotus obliquus*. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 34, 139-147
- Papa S, Skulachev VP (1997) Reactive oxygen species, mitochondria, apoptosis and aging. *Mol Cell Biochem*, 174, 305-319
- Branen AL (1975) Toxicological and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene. *J Am Oil Chem Soc*, 52, 59-65
- Lee SO, Lee HJ, Yu MH, Im HG, Lee IS (2005) Total polyphenol contents and antioxidant activities methanol extract from vegetable produced in Ulleung Island. *J Korean Food Sci Technol*, 37, 223-240
- Ali KA, Abdelhak M, George B, Panagiotis K (2005) Tea and herbal infusions: Their antioxidant activity and phenolic propolis. *Food Chem*, 89, 27-36
- Elzaawely AA, Xuan TD, Tawata S (2005) Antioxidant and antibacterial activities of *Rumex japonicus* Houtt. *Biol Pharm Bull*, 28, 2225-2230
- Heo SI, Wang MH (2008) Antioxidant activity and cytotoxicity effect of extracts from *Taraxacum mongolicum*. *Korean J Pharmacogn*, 39, 255-259
- Joung YM, Park SJ, Lee KY, Lee JY, Suh JK, Hwang SY, Park KE, Kang MH (2007) Antioxidative and antimicrobial activities of *Lilium* species extracts prepared from different aerial parts. *Korean J Food Sci Technol*, 39, 452-457
- Lee SS, Kim DH, Yim DS, Lee SK (2007) Anti-inflammatory, analgesic and hepatoprotective effect of semen of *Rumex crispus*. *Korean J Pharmacogn*, 38, 334-338
- Jeong GT, Lee KM, Park DH (2006) Study of antimicrobial and antioxidant activities of *Rumex crispus* extract. *Korean Chem Eng Res*, 44, 81-86
- Shin CH (2001) Studies on the antioxidative character in the ethyl acetate extractions of *Rumex crispus*. *J Korean Biotechnol Bioeng*, 16, 592-602
- Sato M, Ramarathnam N, Suzuki Y, Ohkubo T, Takeuchi

- M, Ochi H (1996) Varietal differences in the phenolic content and superoxide radical scavenging potential of wines from different sources. *J Agric Food Chem*, 44, 37-44
18. Szabo MR, Chambre D, Lupea AX (2007) Improved DPPH determination for antioxidant activity spectrophotometric assay, Institute of Chemistry. Slovak Academy of Sciences, 61, 214-216
19. Roterta R, Nicoletta P, Anna P, Ananth P, Min Y, Catherine RE (1999) Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free radical Biology Medicine*, 26, 1231-1237
20. Jung J, Kim H, Cho M (1990) Action spectra for the generation of singlet oxygen from mitochondrial membranes from soybean (*Glycine max*) hypocotyls. *Photochem Photobiol*, 52, 561-566
21. Suh HJ, Lee HW, Jung J (2003) Mycosporine glycine protects biological systems against photodynamic damage by quenching singlet oxygen with a high efficiency. *Photochem Photobiol*, 78, 109-113
22. Madsen HL, Nielsen BR, Bertelsen G, Skibsted LH (1996) Screen of antioxidative activity of spices. *Food Chem*, 57, 331-337
23. Al-sereiti MR, Abu-Amer KM, Sen P (1999) Pharmacology of rosemary (*Rosmarinus officinalis* Linn.) and its therapeutic potentials. *J Indian Exp Biol*, 37, 124-130
24. Lee YM, Lee JJ, Choi MY (1998) Antioxidative effect of *Pimpinella brachycarpa* ethanol extract. *J Life Sci*, 18, 467-473
25. Choi YM, Kim MH, Shin JJ, Park JM, Lee JS, Kim MH (2003) The antioxidant activities of the some commercial teas. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 32, 723-727

(접수 2013년 4월 23일 수정 2013년 9월 20일 채택 2013년 9월 26일)