국내 자생 민들레 5종의 항산화 활성 및 Nitric Oxide 생성억제 활성

최경희 · 남현화 · 추병길[†]

전북대학교 농업생명과학대학 작물생명과학과

Effect of Five Korean Native *Taraxacum* on Antioxidant Activity and Nitric Oxide Production Inhibitory Activity

Kyeong Hee Choi, Hyeon hwa Nam and Byung Kil Choo[†]

Department of Crop Science & Biotechnology, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea.

ABSTRACT : The effect on the antioxidant activity and Nitric Oxide activity production inhibitory activity of *Taraxacum* has not been known. Therefore, phenolics and flavonoid contents were investigated from the ethanol extracts of five different *Taraxacum* species. The results showed that, among the five *Taraxacum*, *T. hallaisanensis* contains the highest total phenolic and flavonoid contents. When the antioxidant activity was measured by DPPH, ABTS⁺ and reducing power activity, the free radical scavenging activity of *T. hallaisanensis* was also the highest among five *Taraxacum* species. However, measurement by CCK-8 assay in Raw264.7 cells indicated that the extracts of *Taraxacum* species have no effect on cell viability. Moreover, we also investigated the effect of *Taraxacum* species on NO scavenging activity in lipopolysaccharide (LPS)-stimulated Raw264.7 cells. The results clearly showed that *Taraxacum* species inhibited NO production, and the inhibitory effect of *T. hallaisanensis* was the strongest. The above results suggested that *Taraxacum* species affected the antioxidant and NO scavenging activity, and among the five species, antioxidant and NO scavenging activity assay of *T. hallaisanensis* was significantly higher than those of other four *Taraxacum* species. Therefore, *T. hallaisanensis* could be used as a potential drug with anti-oxidant and anti-inflammatory effect.

Key Words : Antioxidant, Nitric Oxide (NO), Korean Native *Taraxacum*

서 언

본 연구에서 사용된 민들레는 아시아, 유럽, 미국 등 전세계적으로 분포되어 있는 국화과 다년생 초본으로 오랫동안 약용 식물로 사용되어 왔다. 민들레 품종은 전 세계적으로 약 2000여 종이 존재하는 것으로 알려져 있으며, 그 중 국내에 자생하는 대표적인 민들레는 쯤민들레 (*T. hallaisanensis*), 산민들레(*T. ohwianum*), 흰민들레 (*T. coreanum*), 민들레 (*T. platycarpum*), 서양민들레 (*T. officinale*) 등이 있다. 민방에서는 꽃피기 전의 식물체를 포공영이라는 약재로 쓰이며, 이는 열로 인한 종창, 유방염, 인후염, 간염, 부인병 등에 효과가 있다고 알려져 왔다 (Schutz K *et al.*, 2006). 최근 각종 식물에서 유래한 기능 소재들을 개발하려는 시도가 다양하게 진행되고 있다. Lee

등 (2004a)의 연구에 따르면 민들레의 부위별 영양성분을 확인한 결과, 잎 부위에서는 단백질, 회분, Ca, K, Mg, Zn, 비타민 A, B, B1, B2 및 C 함량이 유의하게 많았고, 뿌리 부위에는 탄수화물, 섬유소 및 P와 Fe 함량이 많은 것을 확인하였다. 또한, 민들레의 품종과 부위별 항산화 및 항균 활성의 연구 (Kang *et al.*, 2002; Lee *et al.*, 2004b; Lee and Lee 2008; Im *et al.*, 2011) 및 서양민들레와 흰민들레 Nitric oxide 생성억제 (Im and Lee, 2011) 등의 연구가 활발히 진행되고 있다.

식품의 항산화 화합물은 건강 보호를 위한 중요한 역할을 하는 요인으로 최근 산화 방지제 또는 암이나 심장 등의 만성 질환의 위험을 줄일 수 있는 질병들의 과학적인 연구가 이어지고 있다 (Huang *et al.*, 2005). 식물로부터 유래된 항산화 식품은

[†]Corresponding author: (Phone) +82-63-270-2526 (E-mail) bkchoo@jbnu.ac.kr

Received 2013 April 24 / 1st Revised 2013 April 18 / 2nd Revised 2013 May 14 / 3th Revised May 22 / Accepted 2013 May 22

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.

비타민 C, 비타민 E, 페놀산, 카로틴, 피틴산염, 식물성 에스트로젠 등이 있으며 항산화제의 주요 특징은 프리 라디칼을 포착하는 능력이다. 최근 여러 임상실험 결과 과일, 채소, 차, 레드와인 등의 식물유래 물질은 심장 질환과 일부 암 등의 만성 질환의 발생을 감소시키는데 중요한 효능을 가지고 있다는 연구가 보고되었다 (Choi *et al.*, 2010; Goodman *et al.*, 1990; Leem *et al.*, 2010). 또한, 다양한 생리활성 연구를 통해 비타민, 미네랄, 단백질 등의 기본적인 영양정보의 확인뿐 아니라, 식품의 항산화제의 활성을 확인하는 연구가 활발히 진행되고 있다.

Nitric Oxide (NO)는 인간을 포함한 포유류에 중요한 세포 신호 분자로, 생리학적 및 병리학적 과정에 관여하는 중요한 매신제 역할을 한다. NO는 NOS (NO synthase)라는 효소의 촉매 작용을 통해 L-arginine으로부터 합성되어 생성되는 radical로 작고 매우 불안정하며 생체내에서 독성을 가지고 있다 (Bogdan, 2001; Lowenstein *et al.*, 1994). NO는 혈관 이완 · 혈소판 응집 억제 · 살균 · 면역 등의 다양한 생리기능을 가지고 있다고 보고되고 있다 (Osanai *et al.*, 2002; Dessy and Ferron, 2004). 최근에는 NO가 신경계의 생리학적 전달과 염증반응 (Gally *et al.*, 1990) 등 세포의 분화나 세포 내 신호 전달에 중요한 물질로 알려지고 있으며, 미생물이나 종양 세포에 대해 독성을 갖는 방어 물질로 밝혀짐에 따라 많은 연구가 진행되고 있다 (Hierholzer *et al.*, 1998; Luss *et al.*, 1996).

그러나, 우리나라에서 자생하는 민들레에 대한 항산화 활성 및 NO 억제 활성에 대한 연구는 미진하여 우리나라에서 자생하는 민들레 5종의 에탄올 추출물을 제조하여 항산화 활성과 NO 억제 활성을 비교함으로써 천연물 유래 항산화 소재로서의 효과를 확인하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험재료 및 추출

국내에서 자생하는 5종의 민들레를 2012년 4~5월 제주도, 오대산 등의 각 자생지에서 채집하였다. 채집한 시료는 세척 후 실온에서 건조한 것을 분쇄하여 추출하였다. 추출 방법은 분쇄한 시료 1 g에 70% Ethanol 100 ml을 넣고, 100℃에서 3시간씩 2회 반복 추출하였다. Kimble-filtering flask에 funnel을 장착하고 여과지 (Whatman No.2)를 사용하여 추출물을 여과한 후 여과액을 미리 항량된 수기에 넣어 50℃의 수온에서 Rotary Vacuum Evaporator (JP/N-1000X, EYELA)를 사용하여 감압농축 후 동결건조 (FD5508, Ilshin)하였다. 이 추출물을 DMSO에 녹여 100 mg/ml의 stock 용액으로 제조한 뒤 -20℃에 보관하여 사용하였다.

2. 폴리페놀 함량 분석

총 폴리페놀 함량 분석은 Folin-Denis법 (Velioglu *et al.*, 1998)을 이용하였다. 산민들레, 서양민들레, 쯔민들레, 민들레, 흰민들레의 에탄올 추출물 시료를 1 mg/ml 농도로 용해시킨 후 시료액 25 μ l와 10% Folin-Ciocalteu's phenol reagent 500 μ l를 혼합하여 실온에서 5분간 반응시켰다. 그 후 10% Sodium carbonate 500 μ l를 혼합한 다음 37℃에서 암상태로 1시간 반응시킨 후 96-well plate에 옮겨 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 함량은 Gallic Acid를 표준 물질로 이용하여 표준곡선으로부터 함량을 구하였다.

3. 플라보노이드 함량 분석

총 폴리페놀 함량 분석은 Davis법을 변형한 방법 (Chae *et al.*, 2002)에 따라 측정하였다. 산민들레, 서양민들레, 쯔민들레, 민들레, 흰민들레의 에탄올 추출물 시료를 1 mg/ml 농도로 용해시킨 시료액 300 μ l와 Diethylene glycol 600 μ l, 1N NaOH 용액 10 μ l를 넣고 잘 혼합하여 37℃에서 암상태로 1시간 반응시킨 후 96-well plate에 옮겨 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 함량은 표준물질로 Rutin을 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 함량을 구하였다.

4. DPPH radical 소거능 측정

민들레 중 추출물의 DPPH radical에 대한 소거능 측정 방법을 이용하였다. 산민들레, 서양민들레, 쯔민들레, 민들레, 흰민들레의 에탄올 추출물 시료를 200 μ g/ml 농도로 희석한 시료액 100 μ l와 0.2 mM DPPH 용액 100 μ l를 혼합하여 37℃에서 암상태로 1시간 반응 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH free radical 활성은 시료를 첨가하지 않은 대조구와 시료 첨가구의 흡광도 차를 백분율로 표시하였다.

$$\text{DPPH radical 소거능} = [(Ab - As)/Ab] \times 100$$

Ab : 무처리구의 흡광도, As : 시료첨가구의 흡광도

5. ABTS radical 소거능 측정

ABTS radical을 이용한 항산화력 측정은 Re (1999) 등의 방법을 이용하여 측정하였다. 7 mM ABTS 용액과 2.4 mM의 potassium persulfate을 혼합하여 실온의 암소 상태에서 약 16 시간 이상 방치하여 ABTS⁺을 형성시킨 후 734 nm에서 흡광도 값이 0.70 (± 0.02)이 되게 100% Ethanol로 희석하였다. radical이 ABTS 형성된 용액 900 μ l에 시료 100 μ l를 가하여 3분 동안 방치한 후 흡광도를 측정하였다.

6. 환원력 (Reducing Power Activity) 측정

Reducing power activity는 Oyaizu (1986)의 방법에 준하여 측정하였다. 1 mg/ml의 농도로 희석한 시료 100 μ l에 0.2M Sodium phosphate buffer (pH 6.6) 100 μ l와 1% Potassium ferricyanide 100 μ l를 혼합한 후 50°C에서 20분간 반응시켰다. 그 후 10% Trichloroacetic acid 100 μ l를 첨가한 후 13,400 Xg에서 원심분리하고 상층액 100 μ l와 0.1% Ferric chloride 100 μ l를 가하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다.

7. 세포배양

마우스 대식 세포주인 Raw264.7은 American Type Culture Collection (ATCC, Rockville, USA)로부터 구입하여 사용하였다. Raw264.7 세포는 10% Fetal Bovine Serum (FBS)를 첨가한 DMEM을 이용하여 5% CO₂ incubator에서 배양하였다.

8. Cell counting Kit-8 (CCK-8) assay

산민들레, 서양민들레, 쯔민들레, 민들레, 흰민들레의 에탄올 추출물 시료의 세포독성을 확인하기 위하여 96-well plate에 2.5×10^5 cell/well로 배양한다. 그 후 산민들레, 서양민들레, 쯔민들레, 민들레, 흰민들레의 에탄올 추출물을 24 h 처리한 후 CCK-8 용액을 넣고 Elisa reader로 540 nm에서 측정하였다.

9. Nitric Oxide (NO) 생성 억제 활성 측정

Raw264.7 cell을 96 well plate에 2.5×10^5 cells/well 분주한 후 5% CO₂, 37°C에서 배양하여 사용하였다. 분주한 세포에 LPS 1 μ g/ml 처리 한 후 산민들레, 서양민들레, 쯔민들레, 민들레, 흰민들레의 에탄올 추출물을 처리하여 24시간 동안 배양하였다. 그 후 배지에서 분비된 Nitric oxide를 Griss reaction (Green *et al.*, 1982)에 기초한 NO colorimetric assay (R & D System Inc., Minneapolis, MN, USA)로 분석하였다. 세포가 생산한 NO는 Sodium Nitrate를 사용하여 표준곡선을 작성한 후 NO 함량을 정량하였다.

10. 통계처리

모든 측정 결과는 3반복으로 실험하여 평균과 표준편차로 나타내었으며, 실험군 간의 차이는 SAS package (Statistical Analysis Program, version 9.1)을 사용하여 Duncan's multiple range test로 평균을 비교하여 나타내었고, $p < 0.05$ 값인 경우에 통계적으로 유의성이 있는 것으로 판단하여 결과 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 폴리페놀 함량 분석

폴리페놀은 녹색식물이 광합성 작용을 할 때 생성된 당분의 일부가 변화한 2차 대사 산물로 식물계에 8,000여 개의 구조를 가진 성분으로 사탕수수, 기장, 보리, 과일, 채소, 차 류에 풍부하다. 이러한 폴리페놀 화합물은 식물계에 널리 분포되어 있으며 생체 내 생성되는 활성산소를 제거하는 천연화합물로 다양한 생물학적 효능을 가진다고 알려져 있다 (Osawa, 1994).

민들레 종의 에탄올 추출물에 대한 총 폴리페놀 함량을 측정한 결과, 산민들레 74.8 mg/g, 서양민들레 71.5 mg/g, 쯔민들레 115.8 mg/g, 민들레 86.8 mg/g, 흰민들레 75.5 mg/g으로 쯔민들레의 폴리페놀 함량이 가장 높은 것을 확인할 수 있었으며, 민들레, 흰민들레, 산민들레, 서양민들레 순으로 높게 나타났다 (Fig. 1). Im과 Lee (2011)의 보고에 따르면 서양민들레의 에탄올 추출물 폴리페놀 함량은 74.57 ± 4.90 mg/g, 흰민들레의 에탄올 추출물 폴리페놀 함량은 69.75 ± 2.47 mg/g으로 나타났다. 이는 본 실험의 결과와 마찬가지로 비슷한 함량을 보였다. 또한, Chon (2012)의 보고에서는 흰민들레, 민들레, 서양민들레의 개별 페놀산 함량의 총량은 민들레, 흰민들레, 서양민들레 순으로 나타났다고 보고하였으며, 이는 본 실험에서 쯔민들레, 민들레, 흰민들레, 산민들레, 서양민들레 순으로 폴리페놀 함량이 높게 나타난 결과와 일치했다.

2. 플라보노이드 함량 분석

폴리페놀의 성분 중 하나인 플라보노이드는 C₆-C₃-C₆의 benzopyrone의 기본 골격을 지닌 플라보노이드는 페놀계 화합물의 총칭으로 자연계에 널리 분포하고 있으며 (Hertog *et al.*, 1992), flavonones, flavonols, flavanonones, isoflavones으로

Fig. 1. Total polyphenol contents of extraction from five *Taraxacum* species. Each value is mean $\pm$ SD of triplicate, significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test (A ~ D). T. on; *T. ohwianum*, T. oc; *T. officinale*, T. hs; *T. hallaisanensis*, T. pc; *T. platycarpum*, T. cn; *T. coreanum*.

Fig. 2. Total flavonoid contents of extraction from five *Taraxacum* species. Each value is mean $\pm$ SD of triplicate, significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test (A ~ D). *T. on*; *T. ohwianum*, *T. oc*; *T. officinale*, *T. hs*; *T. hallaisanensis*, *T. pc*; *T. platycarpum*, *T. cn*; *T. coreanum*.

구성되어 있다. 식물의 품종, 재배 및 가공에 따라 종류와 그 함량은 다르게 나타나며, 항산화 및 항노화 작용 및 항암, 항염증 등 여러 생리적 작용을 지니고 있어 현재 신소재로서 널리 사용되고 있다 (Hertog *et al.*, 1993; Rice-evans *et al.*, 1995). 총 플라보노이드 함량을 측정된 결과 산민들레 44.2 mg/g, 서양민들레 48.4 mg/g, 쯔민들레 86.0 mg/g, 토종민들레 42.9 mg/g, 흰민들레 41.0 mg/g으로 쯔민들레가 플라보노이드 함량이 가장 높은 것을 확인할 수 있었으며, 서양민들레, 산민들레, 민들레, 흰민들레 순으로 플라보노이드 함량이 높게 나타났다 (Fig. 2). Im 등 (2011)의 연구 결과에서 흰민들레와 서양민들레의 에탄올 추출물의 플라보노이드 함량은 각각 15.28 ± 3.97 mg/g, 27.35 ± 4.27 로 서양민들레가 흰민들레보다 플라보노이드 함량이 높은 것은 본 연구 결과와 일치하였으나 본 연구 결과에서 플라보노이드 함량이 더 높게 나타났다.

3. DPPH radical 소거능 측정

DPPH radical법은 DPPH의 환원정도를 기준으로 측정물질의 환원력과 항산화력을 측정할 수 있는 방법으로 hydrazyl의 질소원자가 불안정한 상태로 쉽게 수소원자를 받아들이는 성질을 가지고 있어 항산화성 물질과 반응하여 항산화능의 정도를 측정할 수 있는 방법 중 하나이다.

국내에서 자생하는 민들레 품종의 항산화 활성을 비교하기 위하여 DPPH Radical에 대한 소거활성을 측정한 결과이다 (Fig. 3). 민들레 각 종의 에탄올 추출물 농도 200 μ g/ml에서 품종에 상관없이 40% 이상의 DPPH Radical 소거능을 보였으며, 산민들레 46.3%, 서양민들레 48.1%, 민들레 40.7%, 흰민들레 49.5%로 그 중 쯔민들레 59.5%로 항산화 억제 활성이 높은 것을 확인할 수 있었다. 이는 앞선 결과에서 폴리페놀 함량과 플라보노이드 함량이 가장 높았던 쯔민들레가 DPPH Radical 소거능 또한 높게 나타난 것을 확인할 수 있었다.

Fig. 3. DPPH radical scavenging activity of ethanol extraction from five *Taraxacum* species. Each value is mean $\pm$ SD of triplicate, significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test (A ~ D). *T. on*; *T. ohwianum*, *T. oc*; *T. officinale*, *T. hs*; *T. hallaisanensis*, *T. pc*; *T. platycarpum*, *T. cn*; *T. coreanum*.

Fig. 4. ABTS radical scavenging activity of ethanol extraction from five *Taraxacum* species. Each value is mean $\pm$ SD of triplicate, significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test (A ~ D). *T. on*; *T. ohwianum*, *T. oc*; *T. officinale*, *T. hs*; *T. hallaisanensis*, *T. pc*; *T. platycarpum*, *T. cn*; *T. coreanum*.

4. ABTS Radical 소거능 측정

ABTS는 항산화능을 측정하는 방법으로 2,2'-azobis의 색을 띤 Radical의 감소에 의한 측정법이다. ABTS radical은 청록색으로 탈색된 활성 radical의 저해 정도를 흡광도 값으로 나타내어 ABTS 소거활성을 측정할 수 있는 방법 중 하나이다. 따라서 본 연구에서도 항산화 활성 측정의 다른 방법인 ABTS Radical 소거능을 측정하였다. 그 결과 민들레 품종 에탄올 추출물 2 mg/ml에서 산민들레 43.2%, 서양민들레 38.8%, 쯔민들레 50.9%, 민들레 47.5%, 흰민들레 36.1% 억제 활성을 가졌다 (Fig. 4). 이는 앞선 ABTS Radical 소거능 활성 억제 능력 또한 DPPH Radical 소거능 활성과 마찬가지로 쯔민들레가 ABTS radical 소거능 억제 능력이 뛰어난 것을 확인할 수 있었다.

Fig. 5. Reducing power activity of ethanol extraction from five *Taraxacum* species. Each value is mean $\pm$ SD of triplicate, significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test (A ~ D). *T. on*; *T. ohwianum*, *T. oc*; *T. officinale*, *T. hs*; *T. hallaisanensis*, *T. pc*; *T. platycarpum*, *T. cn*; *T. coreanum* and Positive control; Rutin 1 mM.

5. 환원력 (Reducing Power Activity) 측정

환원력은 항산화 활성을 측정하는 방법 중 하나로 활성산소 종이나 유리기에 전자를 공여하는 능력을 측정하는 방법이다. 본 실험에서는 Rutin 1 mM을 표준물질로 분석한 결과 산민들레 88.9%, 서양민들레 81.5%, 쯔민들레 93.4%, 민들레 89.7%, 흰민들레 78.0%로 나타났다 (Fig. 5). 앞선 결과와 마찬가지로 국내에서 자생하는 민들레 품종 중 쯔민들레의 환원력이 두드러지게 높게 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

6. 세포 독성 및 Nitric Oxide (NO) 생성 억제 활성 측정

Nitric Oxide (NO)는 많은 조직부터 생리적 과정분자의 다양한 조절을 하는 매우 중요한 신호분자이다 (Dawson TM and Dawson VL, 1995). NO는 혈액응고 및 혈압조절 및 기능, 암세포에 대한 면역기능 등도 있지만, 과량이 존재하면 인체에 유해한 영향을 미치게 되어 세포손상뿐만 아니라 염증 반응을 야기한다 (Lowenstein *et al.*, 1994; Bak *et al.*, 2011). 본 연구에서는 민들레 품종의 NO 생성 억제 효과를 평가하기 위해 마우스 대식세포인 Raw264.7 세포에 LPS로 염증을 유도하여 민들레 종 에탄올 추출물 400 μ g/ml을 처리하였을 때 NO 생성 저해 활성을 측정한 결과이다 (Fig. 6b). 그 결과, 산민들레 46.4%, 서양민들레 50.7%, 쯔민들레 69.7%, 민들레 52.8%, 흰민들레 45.8%의 NO 생성 저해 활성을 보였다. 항산화 활성 결과와 마찬가지로 염증반응에서도 쯔민들레의 효능이 탁월한 것을 다시 한번 확인할 수 있었다. 정상 세포주에 대한 민들레 품종별 세포 독성을 평가하기 위해 Raw264.7 세포를 이용하여 실험하였다. 그 결과 각 민들레 종의 에탄올 추출물 400 μ g/ml에서 세포 독성이 나타나지 않는 것을 확인

Fig. 6. Cytotoxicity of ethanol extraction from five *Taraxacum* species on Raw264.7 cell line(A) and inhibitory effect of the five *Taraxacum* species on the release of the nitric oxide production in Raw264.7 cells(B). *T. on*; *T. ohwianum*, *T. oc*; *T. officinale*, *T. hs*; *T. hallaisanensis*, *T. pc*; *T. platycarpum*, *T. cn*; *T. coreanum*. The bars are the means $\pm$ SD of the three independent experiments. ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$ compared to LPS group.

할 수 있었다 (Fig. 6a).

우리나라에서 자생하는 민들레 5종의 총 페놀함량, 항산화 활성 및 NO 생성 억제 활성을 확인하였다. 그 결과 폴리페놀과 플라보노이드 함량은 쯔민들레 > 민들레 > 흰민들레 > 산민들레 > 서양민들레 순으로 높게 나타났다. 또한, 항산화 활성을 검증한 결과 ABTS radical 소거능과 환원력 측정 결과에서는 쯔민들레 > 민들레 > 산민들레 > 서양민들레 > 흰민들레, DPPH radical 소거능 활성을 측정한 결과에서는 쯔민들레 > 흰민들레 > 서양민들레 > 산민들레 > 민들레 순으로 높은 radical 소거능 억제 활성이 나타났다. Raw264.7 세포에 민들레 5종을 400 μ g/ml로 처리하였을 때 세포 독성이 나타나지 않았으며, LPS로 염증이 유도된 Raw264.7 세포에 민들레 5종을 처리한 결과 쯔민들레 > 민들레 > 서양민들레 > 산민들레 > 흰민들레 순으로 NO 생성 저해 활성이 높게 나타났다. 이상 결과를 종합해 보았을 때 민들레 5종의 에탄올 추출물이 천연물 유래 항산화 소재로서의 활용 가능성을 확인할 수 있었으며, 그 중 쯔민들레의 효능이 뛰어난 것을 확인할 수 있었다.

LITERATURE CITED

- Bak JP, Son JH, Kim YM, Jung JH, Leem KH, Lee EY and Kim EH. (2011). Suppression of the inflammatory response in macrophages by *Paeoniae Radix Rubra*. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 19:373-379.
- Bogdan C. (2001). Nitric oxide and the immune response. Nature Immunology. 2:907-916.
- Chae SK, Kang GS, Ma SJ, Bang KW, Oh MW and Oh SH. (2002). Standard food analysis. Paju, Korea. p.381-382.
- Choi KH, Kim HK, Kim JH, Choi ES, Shin JA, Lee SO, Chintharlapalli S, Safe S, Abdelrahim M, Kong G, Choi HS, Jung JY, Cho HT, Cho NP and Cho SD. (2010). The p38 MAPK pathway is critical for 5,5'-dibromodiindolylmethane-induced apoptosis to prevent oral squamous carcinoma cells. European Journal of Cancer Prevention. 19:153-159.
- Chon SU. (2012). Antioxidant activity and cytotoxicity of different *Taraxacum* species in Korea. Korean Journal of Crop Science. 57:51-59.
- Dawson TM and Dawson VL. (1995). Nitric oxide: Actions and pathological roles. The Neuro Scientist. 1:7-18.
- Dessy C and Feron O. (2004). Pathophysiological roles of nitric oxide: In the heart and the coronary vasculature. Current Medicinal Chemistry-Anti-Inflammatory & Anti-Allergy Agents. 3:207-216.
- Gally JA, Montague PR, Reeke GN and Edelman GM. (1990). The no hypothesis: possible effects of a short-lived, rapidly diffusible signal in the development and function of the nervous system. Proceedings of the National Academy of Sciences. 87:3547-3551.
- Goodman DL, McDonnell JT, Nelson HS, Vaughan TR and Weber RW. (1990). Chronic urticaria exacerbated by the antioxidant food preservatives, butylated hydroxyanisole(BHA) and butylated hydroxytoluene(BHT). Journal of Allergy and Clinica Immunology. 86:570-575.
- Green LC, Wagner DA, Glogowski J, Skipper PL, Wishnok JS and Tannenbaum SR. (1982). Analysis of nitrate, nitrite, and [15N] nitrate in biological fluids. Analytical Biochemistry. 126:131-138.
- Hertog MG, Hollman PC and Van de Putte B. (1993). Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of tea infusions, wines and fruit juices. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 41:1242-1246.
- Hertog MG, Hollman PC and Venema DP. (1992). Optimization of a quantitative HPLC determination of potentially anticarcinogenic flavonoids in vegetables and fruits. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 40:1591-1598.
- Hierholzer C, Harbrecht B, Menezes JM, Kane J, MacMicking J, Nathan CF, Peitzman AB, Billiar TR and Tweardy DJ. (1998). Essential role of induced nitric oxide in the initiation of the inflammatory response after hemorrhagic shock. Journal of Experimental Medicine. 187:917-928.
- Huang D, Ou B and Prior RL. (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 53:1841-1856.
- Im DY, Kim SH and Hor JR. (2011). A comparative study on antioxidative of extracts from *Taraxacum coreanum* and *Taraxacum officinale*. Journal of The Korean Society of Cosmetology. 17:554-549.
- Im DY and Lee KI. (2011). Nitric oxide production inhibitory and scavenging activity and tyrosinase inhibitory activity of extracts from *Taraxacum officinale* and *Taraxacum coreanum*. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 19:362-367.
- Kang MK, Shin SR and Kim KS. (2002). Antioxidative and free radical scavenging activity of water extract from dandelion (*Taraxacum officinale*). Korean Journal of Food Preservation. 9:253-259.
- Lee SH, Park HJ, Han GJ, Cho SM and Rhin SG. (2004a). A study of the nutritional composition of the dandelion by part(*Taraxacum officinale*). Korean Journal Community Living Science. 15:57-61.
- Lee SH, Park HJ, Kim YI and Rhin SG. (2004b). Comparison of the antioxidative and antimicrobial activity of different varieties and parts of dandelions. Korean Journal Community Living Science. 15:101-107.
- Lee HH and Lee SY. (2008). Cytotoxic and antioxidant effects of *Taraxacum coreanum* Nakai. and *T. officinale* WEB. extract. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 16:79-85.
- Leem DH, Choi KH, Han HS, Kim JH, Shin JA, Choi ES, Shim JH, Kong G, Min YK, Nam JS, Oh SH, Kim KA, Kwon KH, Cho NP and Cho SD. (2010). KO-202125, a sauristolactam derivate, induces apoptosis to prevent KB human oral squamous carcinoma cells through inhibition of cyclooxygenase-2 expression. European Journal of Cancer Prevention. 19:23-30.
- Lowenstein CJ, Dinerman JL and Snyder SH. (1994). Nitric oxide: A physiologic messenger. Annals of Internal Medicine. 120:227-237.
- Luss H, Nussler NC, Beger HG and Nussler AK. (1996). Expression and detection of inducible nitric oxide synthase in experimental models of inflammation. Methods. 10:51-60.
- Osanai T, Gujiwara N, Saitoh M, Sasaki S, Tomita H, Nakamura M, Osawa H, Yamabe H and Okumura K. (2002). Relationship between salt intake, nitric oxide and asymmetric dimethylarginine and its relevance to patients with end-stage renal disease. Blood Purification. 20:466-468.
- Osawa T. (1994). Novel natural antioxidants for utilization in food and biological systems. Post harvest biochemistry of plant food-materials in the tropics. Japan Scientific Societies Press. Tokyo, Japan. p.241-251.
- Oyaizu M. (1986). Studies on products of browning reaction: Antioxidant activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. Japanes Journal of Nutrition. 44:307-315.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M and Rice-Evans C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radical Biology and Medicine. 26:1231-1237.
- Rice-evans CA, Miller NJ, Bolwell PG, Bramley PM and Pridham JB. (1995). The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenolic flavonoids. Free Radical Research. 22:375-383.
- Schutz K, Carle R and Schiebar A. (2006). *Taraxacum*-A review on its phytochemical and pharmacological profiles. Journal of Ethnopharmacology. 107:313-323.
- Velioglu Y, Mazza G, Gao L and Oomah B. (1998). Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 46:4113-4117.