

국내 재배 흰민들레 부위별 열수 추출물의 항산화 및 항암 활성

- 연구노트 -

박명수 · 소지선 · 박경진

군산대학교 식품영양학과

Antioxidative and Anticancer Activities of Water Extracts from Different Parts of *Taraxacum coreanum* Nakai Cultivated in Korea

Myoung-Su Park, Ji-Sun So, and Gyung-Jin Bahk

Department of Food and Nutrition, Kunsan National University

ABSTRACT *Taraxacum coreanum* Nakai is a wild medicinal plant commonly consumed in Korea due to its health beneficial effects. In the present study, the contents of polyphenolics and flavonoids as well as antioxidative and anticancer activities of water extracts from different parts of *T. coreanum* Nakai were investigated for their use as functional foods. Extract yields of flower, leaf, and root were 30.25%, 34.53%, and 66.25%, respectively. Total polyphenols and total flavonoids contents of flower extract were 50.54 mg/g and 35.26 mg/g, respectively, which were much higher than any other parts. The electron donating abilities of flower, leaf, and root extracts were 91.04%, 88.22%, and 38.58%, respectively, at a concentration of 1.0 mg/mL. Cell viability of AGS for human gastric carcinoma, HCT-116 for human colon carcinoma, and A-549 for human pulmonary carcinoma showed the lowest values in flower extracts (40.34%, 39.56%, and 17.52%, respectively), indicating the highest cytotoxicity at a concentration of 400 mg/kg. Both antioxidative and anticancer activities of water extracts from all *T. coreanum* Nakai parts dose-dependently increased. These results provide preliminary data for the development of *T. coreanum* Nakai as an edible functional food material.

Key words: *Taraxacum coreanum* Nakai, total polyphenol, total flavonoid, antioxidant activity, anticancer activity

서 론

최근 급속한 경제성장과 가족형태의 변화 등으로 현대인들의 식생활이 빠르게 서구화됨에 따라 생활 습관병을 포함한 만성질환이 급속히 증가되고 있으며, 소득 수준의 향상으로 건강한 삶을 위한 질병 방지, 면역 증강 및 노화를 지연시키는 노화 억제 등의 생리활성을 갖는 건강기능성 식품에 대한 관심이 점점 높아지고 있다(1).

인간과 같은 생체에서는 호흡과 에너지 생성 등 다양한 생명유지 활동의 결과로 각종 라디칼을 포함한 다양한 활성 산소종(reactive oxygen species, ROS)이 생성된다. 이러한 활성산소종은 세포 구성 성분들인 지질이나 단백질, DNA 등을 비가역적으로 파괴함으로써 암이나 각종 염증, 심혈관계 질환 등의 원인으로 작용함은 물론 피부질환이나 노화의 직·간접적인 원인으로 작용하게 된다(2). 인체에는 과잉 생성된 ROS를 제거하여 세포막과 세포 내 물질을 보호하기 위한 효소적 방어시스템과 항산화 비타민 또는 플라보노이드

드와 같은 항산화제, Se, Cu, Mn 등의 무기질류에 의한 비효 소적인 방어체계가 존재하여 산화적인 손상으로부터 신체를 방어하는 역할을 한다(3-5). 최근 들어 각종 식물에 함유되어 있는 페놀화합물과 플라보노이드 등이 항산화, 항암, 항균 등의 다양한 생리활성을 갖고 있어 이들 항산화 물질을 함유한 식품을 섭취할 경우 항산화 물질 간의 상호작용으로 free 라디칼이나 활성산소에 대한 생체 방어시스템을 지속적으로 유지할 수 있다고 보고된 바 있다(1,6).

흰민들레(*Taraxacum coreanum* Nakai)는 국화과(Compositae)의 여러해살이풀인 민들레의 한 품종으로 오랫동안 약용식물로 사용되어 왔다. 포공영(浦公英)이란 한약재로 알려진 민들레는 지상부를 건조한 것으로 열을 내리고 해독과 이뇨에 효과가 있으며, 염증이나 증기를 낮게 하고 간과 담낭질환에 효과가 있다고 알려져 있다(7). 흰민들레는 우리나라 각 지역에 자라는 재래종으로 노랑민들레(*Taraxacum mongolicum*)와 비슷하지만 꽃이 흰색인 것이 특징이다. 민들레 성분 연구에 의하면 뿌리에는 고미 물질인 taraxacin과 inulin이 특히 풍부하며 taraxanthin 등의 carotenoids와 taraxerol과 taraxasterol 등의 phytosterol 및 caffeic acid, chlorogenic acid 등 페놀화합물을 함유하고 있다(8,9). 외에도 고미 성분과 chlorogenic acid, chicoric acid

등의 폴리페놀과 luteolin과 quercetin 등의 플라보노이드 유도체가 함유되어 있고, 꽃에는 quercetin, luteolin 및 chicoric acid 등을 함유하고 있다(8,10). 이러한 성분들과 함께, 항염증(9), 항산화(11), 항암(12), 항당뇨(13), 면역 관련 활성(14), 위장 보호 효과(15), 항균작용(16) 등 다양한 생리활성을 나타내는 것으로 국내외에서 연구되어 왔다.

민들레는 약재로서 뿐만 아니라 식용으로도 사용되어 왔는데 유럽에서는 잎을 샐러드로, 뿌리를 커피대용으로, 꽃을 와인재료로 이용해 왔으며 다양한 조리의 부재료로 사용할 뿐만 아니라 민들레 뿌리차, 민들레 와인 등의 가공제품과 미세 분말화하거나 착즙화하여 tablet, capsule 등으로 만들어 건강보조식품으로 판매하고 있다. 반면에 국내에서는 일부에서 생즙이나 나물로 이용하다가 1990년대 이후 쌈 채소나 샐러드 채소로 이용이 점차 증가되고 있는 추세이나 상품화된 가공 식품은 미비한 실정이다(17).

민들레는 다양한 개발 가능성을 지닌 유용식물자원으로 널리 알려진 효능에도 불구하고 현재 국내에서는 부위별 함유 성분에 따른 다양한 기능성을 활용하지 못하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구는 국내에서 재배하고 있고 예로부터 식용 및 약용으로 쓰이고 있는 흰민들레의 꽃, 잎 및 뿌리 부위별 열수 추출물의 항산화 활성 및 항암 활성 검증을 통해 유효 생리활성 성분이 많은 부위를 탐색하여 가공식품 및 기능성 식품 소재로의 활용가능성을 위한 기초 자료를 제공하고자 실시하였다.

재료 및 방법

재료

본 연구에 사용한 흰민들레는 경남 함안군 토종 민들레 농원에서 유기농으로 재배된 것을 2013년 6월에 채취하여 사용하였다. 이물을 제거하고 꽃, 잎, 뿌리 부분으로 구분하여 깨끗이 수세 후 50°C 열풍건조기(SH-FDO 150, Samheung, Sejong, Korea)에서 10시간 동안 건조시켜 실험에 사용하였다.

흰민들레 추출 및 추출수율

건조된 흰민들레 꽃, 잎, 뿌리 부분을 각각 세절한 후 각 부위별로 시료 중량 10배의 증류수를 이용하여 100°C에서 3시간 동안 2회 환류 추출하였다. 각 부위별 열수 추출물은 실온에서 방랭한 후 감압여과(Whatman No. 2 paper, Whatman, Burlington, UK)한 다음 감압농축기(Rotary evaporator N-1000, Eyela, Tokyo, Japan)를 사용하여 농축 후 동결건조기(FDS8508, Ilshin Lab, Yangju, Korea)로 건조시킨 다음 본 실험에 사용하였다.

총 폴리페놀 함량

총 폴리페놀 함량은 Song(18)의 방법에 따라 측정하였다. 흰민들레 부위별 추출물을 1 mg/mL 농도로 조제한 후,

각 시료액 1 mL에 2 N Folin-Denis reagent(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 1 mL를 가하여 진탕하고 3분 후 10% Na₂CO₃ 용액 5 mL를 가한 다음 실온에서 1시간 동안 반응시켰다. 반응액을 UV spectrophotometer (UV-1650PC, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 760 nm에서 흡광도를 측정하였고 gallic acid(Sigma-Aldrich Co.)를 표준물질로 하여 작성한 표준곡선으로부터 총 폴리페놀 화합물의 함량을 계산하였다.

총 플라보노이드 함량

총 플라보노이드 함량은 Han 등(1)의 방법을 일부 변형하여 측정하였다. 흰민들레 각 부위별 추출물을 1 mg/mL 농도로 조제한 후, 각 시료액 1 mL를 4 mL의 3차 증류수가 들어 있는 10 mL volumetric flask에 넣고, 5% NaNO₂를 0.3 mL 첨가한 후 충분히 섞어 주었다. 5분 후 10% AlCl₃를 0.3 mL 가하고, 6분이 되었을 때 1 M NaOH를 2 mL 첨가하고 즉시 3차 증류수를 2.4 mL를 더하여 완전히 혼합한 후 실온에서 1분간 반응시킨 다음 UV spectrophotometer (UV-1650PC, Shimadzu)를 이용하여 510 nm에서 각 용액의 흡광도를 측정하였다. 총 플라보노이드 함량은 catechin(Sigma-Aldrich Co.)을 표준물질로 하여 작성한 표준곡선으로부터 계산하였다.

전자공여능

흰민들레 각 부위별 전자공여능(electron donating ability, EDA)은 α,α-diphenyl-β-picrylhydrazyl(DPPH)의 라디칼 소거 효과로 각 부위별 시료의 환원력을 측정하여 나타내었다. 에탄올 1 mL, 흰민들레 각 부위별 추출물 10 μL, 100 mM sodium acetate buffer(pH 5.5) 990 μL를 분주한 시험관에 0.5 mM DPPH 용액 0.5 mL를 넣어 교반하고, 암실에서 5분간 반응을 유도한 후 잔존 라디칼의 농도를 UV spectrophotometer(UV-1650PC, Shimadzu)를 이용하여 517 nm에서 측정하고 다음과 같이 산출하였다(19). 전자공여능 positive control 표준물질로는 ascorbic acid(Sigma-Aldrich Co.)를 사용하여 활성을 비교하였다.

$$EDA (\%) = \frac{1 - A_s}{A_c} \times 100$$

As: absorbance of sample

Ac: absorbance of control

항암 활성

실험에 사용한 암세포주는 모두 인체 기원의 암세포주들로 American Type Culture Collection(ATCC, Rockville, MD, USA)으로부터 구입한 위암 세포주(AGS), 대장암 세포주(HCT-116) 및 폐암 세포주(A-549)를 각각 사용하였다. 세포주의 배양은 10% fetal bovine serum과 penicillin G (25 unit/mL) 및 streptomycin(25 μg/mL)을 첨가한 RPMI

1640 배지를 사용하였으며 37°C, 5% CO₂가 공급되는 배양기 내에서 배양하였다. 암세포주의 증식 억제 정도는 살아 있는 세포의 미토콘드리아 내의 dehydrogenase가 황색 수용성 물질인 MTT[3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide]에 의해 dark blue formazone을 생성하는 원리들을 이용한 Ishiyama 등(20)의 MTT assay로 측정하였다. 종양세포를 3×10⁴ cells/mL의 농도가 되도록 조절한 후 96 well microplate에 각 well당 90 µL씩 분주하고, 이것을 37°C, 5% CO₂ 세포배양기(HEPA, Forma, Germany)에서 12시간 배양하여 세포를 부착시킨 다음 흰민들레 부위별 열수 추출물을 50, 100, 200, 400 µg/mL 농도가 되도록 10 µL씩 첨가하였다. 대조군은 시료와 동일한 양의 증류수를 첨가하여 동일한 조건으로 배양하였다. 이것을 72시간 동안 배양시킨 후 5 mg/mL 농도로 조제한 MTT 용액을 각 well당 10 µL씩 넣고 세포 배양기에서 4시간 동안 더 배양시켰다. MTT 용액이 있는 배지를 제거하고 DMSO 150 µL를 첨가하여 30분간 교반한 후 각 세포를 용해시켜 microplate reader(PR 3100 TSC, Bio-Rad, Philadelphia, PA, USA) 540 nm에서 흡광도를 측정하였다. 암세포증식 세포 생존율은 각 세포의 시료 무첨가군을 100%로 하여 아래와 같이 환산하여 계산하였다.

$$\text{암세포증식 세포 생존율(\%)} = \frac{\text{대조구의 흡광도} - \text{시료처리구의 흡광도}}{\text{대조구의 흡광도}} \times 100$$

통계처리

본 실험은 각 부위별로 독립적으로 3회 이상 반복 시행하였다. 실험에서 얻어진 결과는 평균±표준편차로 나타내었고, SPSS(version 21.0, SPSS, Chicago, IL, USA) 프로그램을 이용하여 일원배치 분산분석을 실시한 후 Duncan's multiple range test에 의해 평균치 간의 유의성($P < 0.05$)을 검정하였다.

결과 및 고찰

추출수율

흰민들레 부위별 시료의 열수 추출조건에 따른 추출수율은 꽃, 잎, 뿌리가 각각 30.25%, 34.53%, 66.25%로, 뿌리 > 잎 > 꽃의 순으로 나타났다(Table 1). Han 등(1)이 서양민들레(*Taraxacum officinale*) 부위별 열수 추출물의 항산화 활

Table 1. Extraction yield of water extracts from different parts of *T. coreanum* Nakai (yield %)

Flower	Leaf	Root
30.25±2.12 ^c	34.53±2.14 ^b	66.25±1.50 ^a

Data are expressed as mean±SD of triplicate experiments. Values with different letters (a-c) in the same row are significantly different at $P < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

성 연구에서 꽃, 잎, 뿌리에서의 추출수율을 33.41%, 39.02%, 68.79%로 보고하여, 본 연구에서 사용한 흰민들레 부위별 추출수율과 유사하였다. 본 연구 결과 뿌리에서의 추출수율이 꽃, 잎과 같은 지상부에서의 추출수율보다 높은 것으로 나타났는데, 이는 Lee 등(21)이 산채의 일종인 우산나물의 뿌리 물 추출물이 지상부 물 추출물보다 높다고 보고한 결과와 유사하였다.

총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량

흰민들레 부위별 열수 추출물의 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량을 분석하여 Table 2에 나타내었다. 폴리페놀은 녹색식물이 광합성 작용을 할 때 생성된 당분의 일부가 변화한 2차 대사 산물로 식물체에 8,000여 개의 구조를 가진 성분이며 사탕수수, 기장, 보리, 과일, 채소, 차류 등에 풍부하다. 이러한 폴리페놀 화합물은 식물체에 널리 분포되어 있으며 생체 내 생성되는 활성산소를 제거하는 천연화합물로서 항산화 활성과 항암 등의 생리학적 효능을 가진다고 알려져 있다(22,23).

흰민들레 부위 중 꽃 열수 추출물의 총 폴리페놀 함량은 50.54 mg/g으로 이는 Han 등(1)이 보고한 서양민들레 꽃 열수 추출물 49.31 mg/g과 유사하고, Cho 등(24)이 보고한 진달래 꽃 열수 추출물 24.2 mg/g에 비해 많은 양을 함유하는 것으로 나타났다. 흰민들레 잎 추출물의 함량은 41.11 mg/g으로 Han 등(1)이 보고한 서양민들레 열수 추출물의 31.79 mg/g, 우산나물 지상부 열수 추출물의 38.79 mg/g(21)과 비슷한 결과를 나타내었으며, 향료성 약용식물인 라벤더 5.4 mg/g, 카모마일 7.5 mg/g, 제라늄 25.9 mg/g을 함유한다는 Miliuskas 등(25)의 결과보다는 많은 양의 폴리페놀을 함유하는 것으로 나타났다. 뿌리 열수 추출물의 함량은 10.27 mg/g으로 이는 우산나물 뿌리 열수 추출물 63.22 mg/g(21)보다는 낮았으나, Han 등(1)이 보고한 서양민들레 뿌리 열수 추출물 5.95 mg/g과 Kim 등(26)이 보고한 뿌리를 약용으로 하는 인삼 3.97 mg/g과 Park 등(27)이 보고한 더덕 뿌리 열수 추출물 0.54 mg/g보다는 높은 수준이었다.

흰민들레 부위별 열수 추출물 중 꽃 열수 추출물의 플라보노이드 함량이 35.26 mg/g으로 가장 높게 나타났으며, Han 등(1)이 보고한 서양민들레 꽃 열수 추출물 32.91 mg/g과 유사한 것으로 나타났다. 잎 열수 추출물의 총 플라보노이드 함량은 28.91 mg/g으로 Han 등(1)의 서양민들레 잎 열수

Table 2. Total polyphenol and flavonoid contents of water extracts from different parts of *T. coreanum* Nakai (mg/g)

Samples	Flower	Leaf	Root
Polyphenol	50.54±1.12 ^a	41.11±0.14 ^b	10.27±1.50 ^c
Flavonoid	35.26±2.43 ^a	28.91±1.20 ^b	8.28±0.81 ^c

All values are mean±SD of triplicate determinations. Values with different letters (a-c) in the same row are significantly different at $P < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

추출물 30.87 mg/g과 유사한 결과를 나타내었으며, Lim 등(28)이 보고한 포공영 열수 추출물의 총 플라보노이드 함량 7.80 mg/g과 Heo와 Wang(15)이 보고한 토종 민들레 (*Taraxacum mongolicum* H.) 지상부 열수 추출물의 총 플라보노이드 함량 6.55 mg/g에 비해 약 4배 이상의 함량을 나타내었다. 흰민들레 부위별 열수 추출물 중 뿌리 열수 추출물 함량이 8.28 mg/g으로 가장 낮은 함량으로 나타났는데, 이는 Heo와 Wang(15)이 보고한 토종 민들레 뿌리 부위 열수 추출물(6.55 mg/g)과 Han 등(1)이 보고한 서양민들레 뿌리 부위 열수 추출물(1.19 mg/g)의 플라보노이드 함량이 지상부보다 뿌리가 낮다고 보고한 결과와 유사하게 나타났다. 그러나 Lee 등(21)의 우산나물 뿌리의 열수 추출물의 경우 지상부보다 뿌리의 총 플라보노이드 함량이 높다고 보고한 것과는 상반된 결과를 나타내었다.

전자공여능

활성라디칼의 소거작용은 식품에서는 지질산화를 억제하고 인체 내에서 질병과 노화를 억제하는 데 매우 중요한 항산화 기작으로 이해되고 있다(29). DPPH 라디칼 소거 활성으로 분석한 흰민들레 부위별 열수 추출물의 전자공여능은 매우 농도 의존적으로 나타났으며, 꽃, 잎 및 뿌리 열수 추출물 1.0 mg/mL의 농도에서 각각 91.04%, 88.22%, 38.58%로 꽃 열수 추출물이 가장 높게 나타났다(Fig. 1). 전자공여능은 총 폴리페놀 및 총 폴리보노이드 등과 같은 항산화 활성 성분들과 밀접한 상관관계가 있으며, 본 연구에서도 이들 성분의 함량이 모두 높은 꽃 열수 추출물의 전자공여능 또한 높은 것으로 나타나 일치하는 경향을 보여주었다. 꽃, 잎 열수 추출물에서는 0.4 mg/mL의 농도에서 80% 이상의 전자공여능을 보였으며, 0.1 mg/mL의 농도에서 50% 이상의 전자공여능을 보여 저농도에서도 우수한 전자공여 효과가 있는 것으로 나타났다. 이는 서양민들레 열수 추출물에서는 1.0 mg/mL의 농도에서 50% 이상의 전자공여능을 나타냈

다고 한 Kang 등(30)의 결과보다 현저히 높은 전자공여 효과를 나타내었다. 흰민들레 뿌리 추출물의 농도별 전자공여능은 다른 부위보다는 낮았으나 꽃, 잎 부위의 전자공여능처럼 농도 의존적으로 높아져 1.0 mg/mL에서는 38.58%로 나타났다. 이는 Kim 등(26)이 보고한 뿌리류 약용작물인 등글레(5.4%), 감초(13.3%), 당귀(15.8%), 갈근(16.8%)보다 우수한 것으로 나타났다. 따라서 흰민들레 각 부위의 우수한 전자공여능은 자유 라디칼에 수소 공여를 통해 체내에서 발생하는 활성산소종을 효과적으로 제거할 수 있을 것으로 사료되며, 전자공여능이 높게 나타난 흰민들레 각 부위별 추출물을 섭취하거나 기능성 식품을 개발하는 데 사용된다면 항산화 효과를 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

항암 활성

국가암정보센터 주요암 사망분율에 따르면 2013년 우리나라에서 사망률이 가장 높은 암종은 폐암(17,177명/22.8%), 간암(11,405명/15.1%), 위암(9,180명/12.2%), 대장암(8,270명/11.0%)의 순으로 보고되었다(31). 이에 기존의 암 치료 방법과는 다른 효과적인 천연 항암 소재로의 개발을 위하여 우리나라에서 사망률이 높은 폐암, 위암 및 대장암 세포주를 구입하여 항암 활성을 측정하였다. 위암 세포주(AGS), 폐암 세포주(A-549) 및 대장암 세포주(HCT-116)에 흰민들레 부위별 열수 추출물을 처리하여 암세포 성장 억제 정도를 확인한 결과 흰민들레 부위별 열수 추출물 첨가 시 모두 농도 의존적으로 항암 활성이 증가하는 것으로 나타났다(Fig. 2). 특히 열수 추출물 400 mg/kg에서 흰민들레 부위별 위암 세포주(AGS)에 대한 세포 생존율은 꽃 열수 추출물이 40.34%로 가장 낮았고, 그다음으로 잎(44.56%), 뿌리(95.12%)의 순으로 세포독성이 꽃 열수 추출물에서 가장 높고 뿌리에서 가장 낮은 것으로 나타났다(Fig. 2A). 대장암 세포주(HCT-116)에 대한 세포 생존율에서도 흰민들레 부위별 열수 추출물 400 mg/kg에서 꽃 열수 추출물이 39.56%로 가장 낮았고, 그다음으로 잎(48.55%), 뿌리(95.11%)의 순으로 세포독성이 꽃 열수 추출물에서 가장 높고 뿌리에서 가장 낮은 것으로 나타났다(Fig. 2B). 최근 소화기계 위장관 암의 한 종류인 인간 유래 위암 세포주(AGS)를 포함한 많은 종양세포가 정상세포에 영향을 주지 않으면서 암세포와 같은 형질변형 세포의 apoptosis를 유도하는 TNF-related apoptosis-inducing ligand(TRAIL)에 대한 저항성을 획득하고 있는 것으로 보고되었다(32,33). 본 연구 결과 흰민들레 부위별 열수 추출물들은 기존의 암 치료 방법과는 다른 효과적인 암세포 생육 저해 활성을 보여 새로운 항암 소재로서의 역할을 할 수 있을 것이라 생각된다. 또한 폐암 세포주(A-549)에 대한 세포 생존율은 흰민들레 부위별 열수 추출물 400 mg/kg에서 꽃 열수 추출물이 17.52%로 가장 낮았고, 그다음으로 잎(23.57%), 뿌리(88.15%)의 순으로 세포독성이 꽃 열수 추출물에서 가장 높고 뿌리에서 가장 낮은 것으로 나타났다(Fig. 2C). 흰민들레 부위별 위암 세포

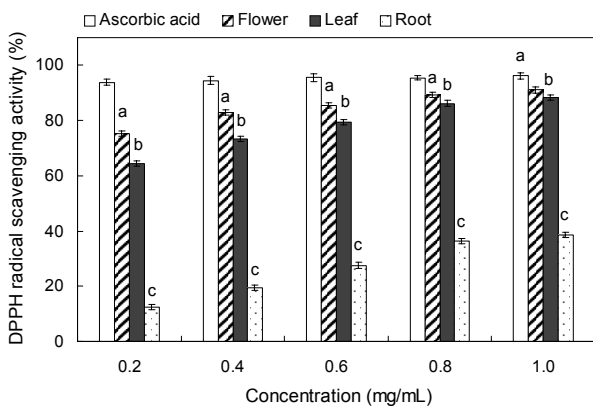


Fig. 1. Electron donating ability determined by DPPH radical scavenging effect of water extracts from different parts of *Taraxacum coreanum* Nakai. Values are mean±SD (n=3). Means with the different letters (a-c) above the bars in the same concentration are significantly different by Duncan's multiple range test ($P<0.05$).

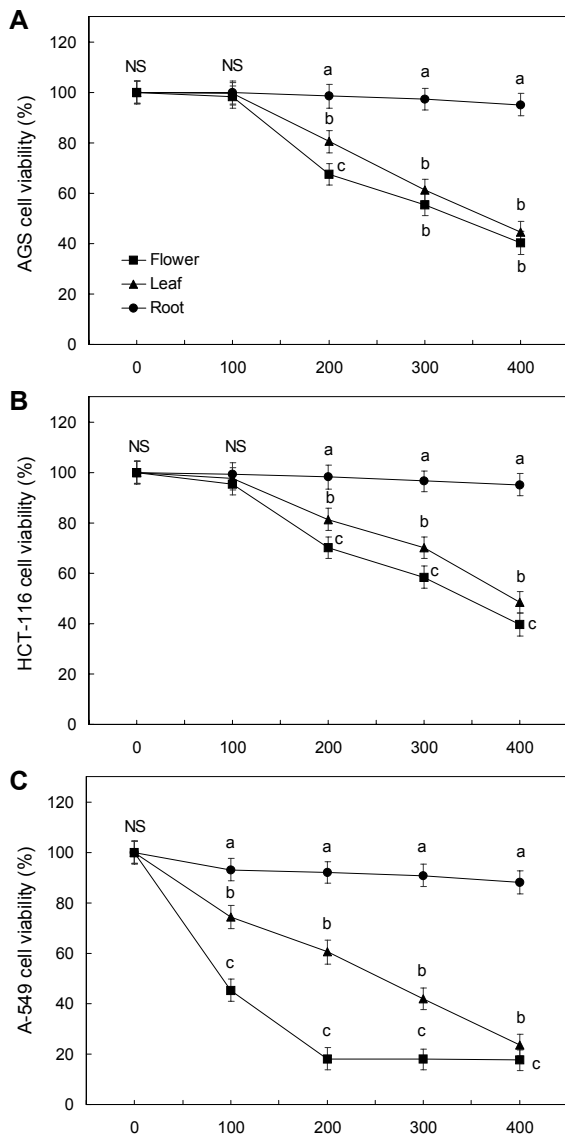


Fig. 2. Anticancer activities for gastric cancer cell line (AGS) (A), colon cancer cell line (HCT-116) (B), and lung cell line (A-549) (C) after treatment with 100, 200, 300, and 400 mg/kg *T. coreanum* Nakai different parts water extracts of for 24 h using MTT assay. Values are mean±SD (n=3). NS: not significant. Means with the different letters (a-c) in the same concentration are significantly different by Duncan's multiple range test ($P < 0.05$).

주(AGS) 및 대장암 세포주(HCT-116)에 대한 세포 생존율은 폐암 세포주(A-549)보다 상대적으로 높았으나 부위별 차이는 폐암 세포주(A-549)의 결과와 유사한 경향이였다. 이는 Chon 등(34)이 보고한 서양민들레 부위별 메탄올 추출물에 의한 위암 세포주 및 폐암 세포주의 생존율과 유사한 결과를 나타내었다. 다른 연구에서도 서양민들레의 열수 추출물의 항종양 효과(35,36)를 구명하였으며, Takasaki 등(37,38)은 일반적인 항암 활성을 보고하였고, 특히 Kim(39)은 sarcoma 180 고형암에 대해서도 강력한 항암 활성을 지닌다고 보고하였다. 또한 다른 국화과 식물들의 보고에 의하면 Lee 등(40)은 국화과인 에키네시아 꽃봉오리, 잎줄

기 및 뿌리의 메탄올 추출물이 간암, 폐암, 인간 유래 백혈암 및 마우스 백혈암 등 4종의 암세포주에 대하여 강한 억제 활성을 나타내었다고 보고하였다.

본 연구에서 국내 재배 흰민들레 부위별 생리활성물질 함량과 그 활성을 비교한 결과 꽃에서 가장 높은 함량의 폴리페놀과 플라보노이드가 함유되어 있었고, 이는 높은 항산화성 및 항암 효과와 연관성이 있음을 확인할 수 있었다. 이상과 같은 결과는 향후 국내 흰민들레 재배면적 확대뿐만 아니라 기능성 식의약품 소재로서의 이용에 있어 유용한 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대되며, 특히 항암 활성의 물질을 분리하고 특성을 규명하기 위한 추가적인 연구가 수행되어야 할 것이다.

요 약

본 연구는 흰민들레 꽃, 잎, 뿌리의 부위별 성분 및 생리활성을 탐색하고자 열수 추출물에서 총 폴리페놀, 총 플라보노이드, 항산화 및 항암 활성을 분석하였다. 흰민들레 부위별 시료의 열수 추출조건에 따른 추출수율은 꽃, 잎, 뿌리가 각각 30.25%, 34.53%, 66.25%로 뿌리 > 잎 > 꽃의 순으로 나타났다. Folin-Denis 방법에 따른 총 폴리페놀 함량은 꽃 추출물에서 50.54 mg/g으로 가장 높게 나타났으며, 그다음은 잎(41.11 mg/g), 뿌리(10.27 mg/g) 순으로 나타났다. 흰민들레 부위별 열수 추출물에서의 총 플라보노이드 함량은 총 폴리페놀 함량과 같은 경향으로 꽃(35.26 mg/g), 잎(28.91 mg/g), 뿌리(8.28 mg/g)의 순으로 각각 나타났다. DPPH 라디칼 소거 활성으로 분석한 흰민들레 부위별 열수 추출물의 전자공여능은 추출물 농도 의존적으로 나타났으며, 꽃, 잎 및 뿌리 열수 추출물 1.0 mg/mL의 농도에서 각각 91.04%, 88.22%, 38.58%로 꽃 열수 추출물이 가장 높게 나타났다. 이는 폴리페놀 및 플라보노이드 함량이 DPPH 라디칼 소거능과 관련이 있음을 보여주었다. 흰민들레 부위별 열수 추출물 400 mg/kg 첨가 시 위암 세포주(AGS), 폐암 세포주(A-549) 및 대장암 세포주(HCT-116)에 대한 암세포 생존율을 확인한 결과 위암 세포주(AGS)에서 꽃(40.34%), 잎(44.56%), 뿌리(95.12%)의 순으로, 대장암 세포주(HCT-116)에서 꽃(39.56%), 잎(48.55%), 뿌리(95.11%)의 순으로, 폐암 세포주(A-549)에서 꽃(17.52%), 잎(23.57%), 뿌리(88.15%)의 순으로 모든 암세포주들에 대하여 꽃 열수 추출물이 가장 높았고 뿌리에서 가장 낮은 것으로 나타났으며, 모두 농도 의존적으로 항암 활성이 증가하는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과 향후 국내 흰민들레 재배면적 확대뿐만 아니라 기능성 식의약품 소재로서의 이용에 있어 유용한 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 2014년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지

원을 받아 수행된 기초연구사업(과제번호: NRF-2014R1A6A3A01006787)의 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

REFERENCES

1. Han EK, Lee JY, Jung EJ, Jin YX, Chung CK. 2010. Antioxidative activities of water extracts from different parts of *Taraxacum officinale*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 1580-1586.
2. Valko M, Leibfritz D, Moncol J, Cronin MT, Mazur M, Telser J. 2007. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *Int J Biochem Cell Biol* 39: 44-84.
3. Byers T, Perry G. 1992. Dietary carotenes, vitamin C, and vitamin E as protective antioxidants in human cancers. *Annu Rev Nutr* 12: 135-159.
4. Lawrence RA, Burk RF. 1976. Glutathione peroxidase activity in selenium-deficient rat liver. *Biochem Biophys Res Commun* 71: 952-958.
5. Namiki M. 1990. Antioxidants/antimutagens in food. *Crit Rev Food Sci Nutr* 29: 273-300.
6. Lee YS. 2007. Antioxidative and physiological activity of extracts of *Angelica dahurica* leaves. *Korean J Food Preserv* 14: 78-86.
7. Kang MJ, Kim KS. 2001. Current trends of research and biological activities of dandelion. *Food Industry and Nutrition* 6(3): 60-67.
8. Williams CA, Goldstone F, Greenham J. 1996. Flavonoids, cinnamic acids and coumarins from the different tissues and medicinal preparations of *Taraxacum officinale*. *Phytochemistry* 42: 121-127.
9. Schütz K, Carle R, Schieber A. 2006. *Taraxacum*—A review on its phytochemical and pharmacological profile. *J Ethnopharmacol* 107: 313-323.
10. Budzianowski J. 1997. Coumarins, caffeoyltartaric acids and their artifactual methyl esters from *Taraxacum officinale* leaves. *Planta Med* 63: 288-289.
11. Kim SJ, Oh DH. 2007. Free radical scavenging effect and extraction condition of ethanol extracts of *Epimedium koreanum* Nakai containing different icariin quantity. *J Fd Hyg Safety* 22: 359-364.
12. Han SH, Hwang JK, Park SN, Lee KH, Ko KI, Kim KS, Kim KH. 2005. Potential effect of solvent fractions of *Taraxacum mongolicum* H. on protection of gastric mucosa. *Korean J Food Sci Technol* 37: 84-89.
13. Yoon TJ. 2008. Effect of water extracts from root of *Taraxacum officinale* in innate and adaptive immune responses in mice. *Korean J Food & Nutr* 21: 275-282.
14. Lee HH, Lee SY. 2008. Cytotoxic and antioxidant effects of *Taraxacum coreanum* Nakai. and *T. officinale* WEB. extracts. *Korean J Medicinal Crop Sci* 16: 79-85.
15. Heo SI, Wang MH. 2008. Antioxidant activity and cytotoxicity effect of extracts from *Taraxacum mongolicum* H. *Kor J Pharmacogn* 39: 255-259.
16. Kim KH, Chun HJ, Han YS. 1998. Screening of antimicrobial activity of the dandelion (*Taraxacum platycarpum*) extract. *Korean J Soc Food Sci* 24: 114-118.
17. Tina H, Tanya H. 1993. *Medicinal herbs*. Dorling Kindersley Publishers Ltd., London, UK. p 101-102.
18. Song HN. 2013. Quality properties of fermented mugworts and the rapid pattern analysis of their volatile flavor components via surface acoustic wave (SAW) based electronic nose sensor in the GC system. *Korean J Food Preserv* 20: 554-563.
19. Song HN. 2013. Quality analysis for recycle of the drained soybean boiling water discarded in the mass production of fermented soy foods. *Korean J Food Cookery Sci* 29: 525-531.
20. Ishiyama M, Tominaga H, Shiga M, Sasamoto K, Ohkura Y, Ueno K. 1996. A combined assay of cell viability and in vitro cytotoxicity with a highly water-soluble tetrazolium salt, neutral red and crystal violet. *Biol Pharm Bull* 19: 1518-1520.
21. Lee YS, Ahn DS, Joo EY, Kim NW. 2009. Antioxidative activities of *Syneilesis palmata* extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 1471-1477.
22. Osawa T. 1994. Novel natural antioxidants for utilization in food and biological systems. In *Post Harvest Biochemistry of Plant Food-materials in the Tropics*. Uritani I, Garcia VV, Mendoza EM, eds. Japan Scientific Societies Press Inc., Tokyo, Japan. p 241-251.
23. Ferreres F, Gomes D, Valentao P, Goncalves R, Pio R, Chagas EA, Seabra RM, Andrade PB. 2009. Improved loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) cultivars: variation of phenolics and antioxidative potential. *Food Chem* 114: 1019-1027.
24. Cho YJ, Ju IS, Chun SS, An BJ, Kim JH, Kim MY, Kwon OJ. 2008. Screening of biological activities of extracts from *Rhododendron mucronulatum* Turcz. flowers. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 276-281.
25. Miliuskas G, Venskutonis PR, van Been TA. 2004. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plants extracts. *Food Chem* 85: 231-237.
26. Kim EY, Baik IH, Kim JH, Kim SR, Rhyu MR. 2004. Screening antioxidant activity of some medicinal plants. *Korean J Food Sci Technol* 36: 333-338.
27. Park SJ, Song SW, Seong DH, Park DS, Kim SS, Gou J, Ahn JH, Yoon WB, Lee HY. 2009. Biological activities in the extract of fermented *Codonopsis lanceolata*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 983-988.
28. Lim AK, Kim JO, Jung MJ, Jung HK, Hong JH, Kim DI. 2008. Functional biological activity of hot water and ethanol extracts from Taraxaci Herba. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 1231-1237.
29. Koh YJ, Cha DS, Choi HD, Park YK, Choi IW. 2008. Hot water extraction optimization of dandelion leaves to increase antioxidant activity. *Korean J Food Sci Technol* 40: 283-289.
30. Kang MJ, Shin SR, Kim KS. 2002. Antioxidative and free radical scavenging activity of water extract from dandelion (*Taraxacum officinale*). *Korean J Food Preserv* 9: 253-259.
31. National Cancer Information Center. http://www.cancer.go.kr/mbs/cancer/subview.jsp?id=cancer_040201000000 (accessed May 2015).
32. Lee JJ, Shin DH, Park SE, Kim WI, Park DI, Choi YH, Hong SH. 2008. *Euphorbiae humifusae* sensitizes apoptosis of TRAIL-resistant human gastric adenocarcinoma AGS cells. *J Life Sci* 18: 120-128.
33. Jeong MH, Kim SS, Ha JH, Jin L, Lee HJ, Kang HY, Park SJ, Lee HY. 2009. Enhancement of anticancer activity of *Acer mono* by high pressure extraction process. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 1243-1252.
34. Chon SU, Bae CH, Lee SC. 2012. Antioxidant and cytotoxic potentials of methanol extracts from *Taraxacum officinale* F. H. Wigg. at different plant parts. *Korean J Plant Res* 25: 232-239.

35. Baba K, Abe S, Mizuno D. 1981. Antitumor activity of hot water extract of dandelion, *Taraxacum officinale* correlation between antitumor activity and timing of administration. *Yakugaku Zasshi* 101: 538-543.
36. Hano K, Akashi A, Yamamoto I, Narumi S, Horii Z, Ninomiya I. 1965. Antitumor activity of 4 (or 5)-aminoimidazole-5(or 4)-carboxamide derivatives. *GANN Jpn J Cancer Res* 56: 417-420.
37. Takasaki M, Konoshima T, Tokuda H, Masuda K, Arai Y, Shiojima K, Ageta H. 1999. Anti-carcinogenic activity of *Taraxacum* plant. I. *Biol Pharm Bull* 22: 602-605.
38. Takasaki M, Konoshima T, Tokuda H, Masuda K, Arai Y, Shiojima K, Ageta H. 1999. Anti-carcinogenic activity of *Taraxacum* plant. II. *Biol Pharm Bull* 22: 606-610.
39. Kim DH. 1995. Antitumor activity of fractions of *Taraxaci* Herba synergistic effect with anticancer drugs. *MS Thesis*. Daejeon University, Daejeon, Korea.
40. Lee SJ, Chung HY, Lee IK, Yoo ID. 1999. Isolation and identification of flavonoids from ethanol extracts of *Artemisia vulgaris* and their antioxidant activity. *Korean J Food Sci Technol* 31: 815-822.