

서양민들레 부위별 추출물의 항산화 및 세포독성 연구

천상욱*, 배창휴¹, 이성춘¹광주광역시 동구 서석동 375번지 조선대학교 BI센터 (주)이파리넷, ¹전라남도 순천시 매곡동 315번지 순천대학교 웰빙자원학과Antioxidant and Cytotoxic Potentials of Methanol Extracts from *Taraxacum officinale* F. H. Wigg. at Different Plant PartsSang-Uk Chon*, Chang-Hyu Bae¹ and Sheong-Chun Lee¹

EFARINET Co. LTD., BI Center, Chosun University, Gwangju 501-759, Korea

¹Department of Well-Being Resources, Suncheon National University, Maegok-Dong 315, Suncheon 540-742, Korea

Abstract - A laboratory experiment was conducted to determine the content of phenolics and flavonoids, antioxidant activity and cytotoxicity from methanol extracts of different plant parts of *T. officinale* F. H. Wigg. Total phenolics [mg chlorogenic acid equivalents (FAE) kg⁻¹ DW] was highest in flower extracts (72.0 mg kg⁻¹), followed by leaf, root, and stalk extracts of *T. officinale* ($p < 0.05$). The result of total flavonoid level [mg naringin equivalents kg⁻¹ DW] had same tendency to differential total phenolics contents among plant parts, but showed lower ranges of amount. The antioxidant activity of the methanol extracts from all the plant parts dose-dependently increased. DPPH (1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl radical) free radical scavenging activity was highest in flower extracts (IC₅₀ value = 624.3 mg kg⁻¹), and followed by leaf, root, and stalk extracts of *T. officinale* ($p < 0.05$). By means of MTT (3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide) assay, cell viability of Calu-6 for human pulmonary carcinoma and SNU-601 for human gastric carcinoma showed the lowest IC₅₀ value in the flower extracts (IC₅₀ value = 85.7 and 311.4 mg kg⁻¹, respectively), indicating the highest cytotoxicity. The results suggested that total phenolics content and total flavonoids level in different plant parts of *T. officinale* were highly correlated with antioxidative ($r^2=0.7280$ to 0.9971) or with cytotoxic activities ($r^2=0.5795$ to 0.9515).

Key words - Cytotoxicity, Different plant parts, MTT assay, Methanol extracts, *Taraxacum officinale*, Total flavonoids level, Total phenolics content

서 언

민들레는 생약명으로 포공영(浦公英)으로 국화과의 다년생 초본이다. 뿌리, 잎, 꽃, 꽃줄기 등 식물의 전체를 약용으로 사용되며, 우리나라를 비롯하여 전 세계에 2,000여 종이 분포하고 있으며, 한방에서 해열, 발한, 건위, 강장, 타장, 최유, 해독, 임파선염, 급성기관지염, 위염, 간염, 담낭염 등에 사용되고 있다. 민들레는 유럽, 호주, 뉴질랜드 등에서 재배되는 식물로서, 특히 유럽에서는 만병통치약으로 사용될 정도로 각종 질병 예방에 필수적인 허브로 인식되고 있으며, 국내에서도 경남 의령, 전북 임실 등에서 지역 특화작물로 지정되어 재배되고 있으며 그 재배면적이 확대

되고 있다(김, 2007). 국내에는 주로 민들레(*Taraxacum mongolicum*), 좁민들레(*T. hallaisanense*), 산민들레(*T. ohwianum*), 흰민들레(*T. coreanum*)를 비롯한 자생 4종과 서양민들레(*T. officinale*)와 붉은씨서양민들레(*T. laevigatum*) 귀화 2종으로 구분하고 있다(이, 1980; 박, 1995).

주요성분으로는 비타민과 무기질이 풍부하고, 지방함량과 칼로리가 낮아(Racz-Kotilla *et al.*, 1974) wellbeing 식품으로 적당하며, 고미성분인 taraxin, inulin이 많고, ca-rotenoid 성분인 taraxathin, triterpene인 taraxerol, taraxasterol, β -sitosterol, 그리고 caffeic acid, taraxacine 등과 vitamin A, vitamin C, tocopherol, Ca, Fe, K 등이 풍부하다(Williams *et al.*, 1996; Kang *et al.*, 2000). 잎의 성분은 저 칼륨 혈증을 일으키지 않는 이노성분을 갖고 있으며,

*교신저자(E-mail) : chonsu4100@yahoo.co.kr

고미성분은 소화선을 자극하여 소화를 도우며 타우린의 간 기능 향상, 담즙분비를 촉진시켜 지방의 소화를 증진시킨다(Grieve, 1994). 그리고 한방에서는 열을 내리고, 해독, 이뇨, 최유, 울결을 풀어주고 염증을 삭히며, 간염 치료에 사용된다고 하였고(黃度淵原, 1989), 구미, 유럽에서는 잎을 샐러드로 이용하며, 꽃은 술을 담그는데도 사용하였다(Grieve, 1994).

민들레의 생리활성은 민들레의 열수 및 에탄올 추출물이 항산화 활성(Shahidi *et al.*, 1992), hydroxyl radical 소거 활성(Kang, 2001)을 가지고 있고, 또한 식중독 균에 대한 항균활성(Lee and Shin, 1991), 염증을 일으키는 포도상구균에 대한 항균활성, 피부 진균에 대한 억제 작용(생약학 교재편찬위원회, 2001)은 있으나 김치 발효균주에 대해서는 그 영향력이 없다(Kim *et al.*, 2000)고 보고된 바 있다. 그리고 열수 추출물이 항종양 효과(Baba *et al.*, 1981)가 뛰어나며, sarcoma 180 고형암에 대해서도 강력한 항암활성을 지닌다(Kim, 1995)고 알려져 있다. 또한 체내 지질대사의 개선효과(Cho *et al.*, 2000), 항염증효과(Kim, 1991)도 아울러 가지고 있는 것으로 알려져 민들레를 이용하여 wellbeing tea를 개발, skin care, 간기능 개선을 위한 발효주 등을 개발하는데 중요한 원료로 사용함에 부족함이 없다는 것을 알 수 있다(김, 2008). 또한 기존의 민들레 추출물에 대한 약리적 연구로서 Lee *et al.*(1993)은 민들레의 물 분획물을 이용하여 이 항위염 효과가 있음을 보고하였고, Ho *et al.*(1998)은 ethanol 분획층의 desacetylmatricarin 성분이 항알러지 활성이 있음을 보였다. 그리고, Hu and David(2003)는 민들레 추출물이 항산화 활성이 있어 프리라디칼을 소거하며, Mascolo *et al.*(1987)은 동물에서 항염활성이, Kotobuki *et al.*(1965)은 항종양 활성이, Takasaki *et al.*(1999a, 1999b)은 항암활성이 있음을 보고한 바 있다.

민들레는 생리활성을 나타내는 페놀성 화합물을 많이 함유하고 있으며, 생체 내 여러 병인으로 작용되는 ROS를 소거 및 차단하는 높은 항산화 효과를 나타내고 있다(허와왕, 2008). 또한 현대인이 높은 발병률을 나타내는 결장암 및 위암에 대해 항암효과를 나타내고 있다. 하지만 유럽을 비롯한 서양에서는 예전부터 식품 및 약용으로 민들레를 이용하여 왔으나, 국내에서는 민들레의 우수한 효능에도 불구하고 이용가치가 낮게 평가되고 있는 실정이다.

따라서 본 연구는 현재 부위별로 다양한 기능성을 갖고

있으며 생활주변식물로 자리매김하고 있는 개화기의 서양민들레를 대상으로 잎, 뿌리, 꽃, 꽃대의 성분 및 생리활성 차이를 검토하기 위해 폴리페놀 함량, 플라보노이드 함량, 항산화성 및 세포독성을 각각 조사하고 그 조사항목간의 연관성을 분석하였다.

재료 및 방법

식물재료

서양민들레(*Taraxacum officinale* F. H. Wigg.)의 성분 분석과 생리활성을 검정하기 위하여 2010년 8월에 순천시와 여수시 지역에서 생식생장으로 이르고 있는 자생 서양민들레의 동정은 이(1980)의 도감을 이용하여 수행하였으며 식물체의 지상부와 지하부를 분리하여 채취하였다. 채취된 샘플은 세척한 후 사용 때까지 초저온(-60°C) 하에서 5일간 냉동·보관하였다. 보관된 시료는 동결건조(-60°C) 시킨 후 잎과 뿌리를 마쇄하여 1 mm 체에 통과시켰으며 사용 때까지 다시 냉동·보관하였다.

각 부위별 동결건조된 식물체 시료 200 g씩을 95% 메탄올 2 L에 25°C에서 24시간 동안 추출하여 여과한 후 그 추출액을 50°C에서 감압 농축하여 메탄올 추출물을 얻어 동결 건조하였다. 최종적으로 각 식물체의 메탄올 추출물로부터 얻어진 평균 회수율은 약 10% 정도였다(Krygier *et al.*, 1982).

총 페놀함량 및 총 플라보노이드 함량

총 페놀 화합물 함량은 Folin-Denis 방법(Singleton and Rossi, 1965)에 따라 분석하였다. 민들레 추출물을 1 mg ml⁻¹ 농도로 조제한 후, 이 시료액 1 ml에 증류수 3 ml를 첨가하고, Folin & Ciocalteu's phenol reagent 1 ml를 첨가한 후 27°C Shaking bath에서 혼합하였다. 5분 후 NaCO₃ 포화용액 1 ml를 넣어 혼합하여 실온에서 1시간 방치한 후 640 nm에서 분광광도계(UV-1650PC, SHIMADZU, Kyoto, Japan)로 흡광도를 측정하였다. 페놀 화합물 함량은 표준물질 chlorogenic acid의 농도를 이용하여 검량선을 작성한 후 정량하였다.

총 플라보노이드 함량은 동결건조된 각 시료 0.1 g에 Lister *et al.*(1994) 변법에 따라 75% 메탄올을 가하여 실온에서 하룻밤 동안 추출한 다음 이 검액 1.0 mL를 시험관에 취하고 10 mL의 diethylene glycol을 가하여 잘 혼합하였다.

다시 여기에 1 N NaOH 0.1 mL를 잘 혼합시켜 37°C의 water bath에서 1시간 동안 반응시킨 후 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 공시험은 시료 용액 대신 50% 메탄올 용액을 동일하게 처리하였으며, 표준곡선은 naringin (Sigma Co., St. Louis, MO, USA)을 이용하여 표준 검량곡선을 작성하고 이로부터 총 플라보노이드 함량을 구하였다.

항산화성

HPLC에 의해 DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl radical) scavenging activity 검정 방법(Blois, 1958)으로서 분석대상이 DPPH 용액의 흡광도(500-550 nm)와 같은 영역에 있을 경우 HPLC를 이용하여 정량적 분석조건이 가능하다. 900 uL DPPH 용액(100 uM)과 시료용액 100 uL을 혼합한 후 암조건에서 10분 동안 반응시킨다. 900 uL DPPH 용액(100 uM)과 시료 추출물 또는 그 분획물을 용해한 용액(100 uL)을 혼합하여 상기방법으로 측정하여 시료가 첨가하지 않은 DPPH용액의 용출 peak의 면적으로 한다. Column: Shim pack (4.6 × 250 mm), mobile phase: MeOH-H₂O (70:30, v/v), wavelength: 517 nm, flow rate: 0.8 mL min⁻¹, attenuation: 32, injection volume: 20 uL의 HPLC 조건으로 실시하며 HPLC에 의한 DPPH radical-scavenging 활성은 다음과 같이 구할 수 있다. 또한 필요에 따라 활성이 50%일 때의 추출물의 농도를 IC₅₀값으로 나타냈다.

$$An = (A - Ao) / Ao \times 100$$

An : DPPH radical-scavenging 활성 (%)

A : 시료가 첨가된 반응용액중의 DPPH radical의 용출피크면적

Ao : 시료가 첨가하지 않은 DPPH radical용액의 용출 피크면적

민들레 메탄올 추출물의 아질산염 소거작용의 측정은 1 mM NaNO₂ 20 μl에 시료의 추출액 40 μl와 0.1 N HCl (pH 1.2) 또는 0.2 M citrate buffer (pH 4.2) 또는 0.2 M citrate buffer (pH 6.0)을 140 μl 사용하여 부피를 200 μl로 맞추었다. 이 반응액을 37°C 항온수조에서 1시간 반응시킨 후 2% acetic acid 1,000 μl, Griess 시약 (30% acetic acid로 조제한 1% sulfanilic acid와 1% naphthylamine을 1:1 비율로 혼합한 것, 사용직전에 조제) 80 μl를 가하여

잘 혼합시켜 빛을 차단한 상온에서 15분간 반응시킨 후 520 nm에서 흡광도를 측정하여 아래와 같이 아질산염 소거능을 구하였다 (Gray and Dugan, 1975).

$$N(\%) = 1 - (A - C) / B \times 100$$

N : nitrite scavenging ability

A : absorbance of 1mM NaNO₂ added sample after standing for 1hour

B : absorbance of 1NaNO₂

C : absorbance of control

세포독성

실험에 사용된 암세포주는 모두 인체기원의 암세포주들로서, Korean Cell Line Bank(KCLB)로부터 구입한 폐암 세포주인 Calu-6와 위암세포주인 SNU-601을 각각 사용하였다. 세포주의 배양은 10% FBS(fetal bovine serum)와 peniciline G (25 unit mL⁻¹) 및 streptomycin(25 μg mL⁻¹)를 첨가한 RPMI 1640배지를 사용하였으며 37°C, 5% CO₂의 습윤화된 배양기내에서 적응시켜 배양하였다. MTT assay (Mosmann, 1983; Choi *et al.*, 1989)는 세포의 생육상을 측정하는 방법으로서 살아 있는 세포의 미토콘드리아 내의 dehydrogenase가 황색 수용성 물질인 MTT에 의해 dark blue formazon을 생성하는 원리를 이용한 것이다. 종양세포를 3 × 10⁴ cells mL⁻¹의 농도가 되도록 조절 한 후 96 well microplate에 각 well당 90 μL씩 분주하고 이것을 37°C, 5% CO₂ 세포배양기(HEPA, Forma, Germany)에서 12시간 배양하여 세포를 부착시킨 다음 추출물을 50, 100, 200, 400, 800 μg mL⁻¹ 농도가 되도록 10 μL씩 첨가하였다. 대조군은 시료와 동일한 양의 증류수를 첨가하여 동일한 조건으로 배양하였다. 이것을 72시간 동안 배양시킨 후, 5 mg mL⁻¹농도로 조제한 MTT (3-(4, 5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide) 용액을 각 well당 10 μL씩 넣고 세포 배양기에서 4시간 동안 더 배양시킨 후, MTT 용액이 있는 배지를 제거하고 DMSO 150 μL를 첨가하여 30분간 교반하여 각 세포를 용해시켜 microplate reader (PR 3100 TSC, Bio-Rad, PA, USA)를 이용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하여 그 값을 아래와 같이 각 세포의 시료 무첨가군을 100%로 하여 상대적인 세포 성장률을 환산하였고, 억제정도가 50%일 때의 추출물의 농도를 IC₅₀값으로 나타냈다.

암세포증식 억제효과(%)

$$= ((\text{대조구의 흡광도} - \text{시료처리구의 흡광도}) / \text{대조구의 흡광도}) \times 100$$

통계분석

모든 실험은 3회 반복 실시하였으며 그 결과를 SAS(SAS Institute, 2000)를 이용하여 처리간의 평균치 차이는 LSD (Least Significant Difference)검정을 통해 비교·분석하였다. 각 조사항목별 상관관계($p < 0.05$)를 알아보려 총 페놀 함량, 총 플라보노이드 함량, DPPH 라디칼 소거능, 질산염 소거능, 폐암세포주(Calu-6)와 위암세포주(SNU-601)에 대한 항암성에 있어서 각 항목 양자 간의 상관계수를 도출하여 비교하였다.

결과 및 고찰

총 페놀 함량 및 총 플라보노이드 함량

Folin-Denis방법에 따라 표준물질 chlorogenic acid를 근거로 분석된 민들레 부위별 추출물 농도 $1,000 \text{ mg kg}^{-1}$ 에 대한 총 페놀 함량이 정량되었다. 그 결과 꽃 추출물이 72.0 mg kg^{-1} 으로 가장 높게 나타났으며, 그 다음이 잎 추출물로 51.4 mg kg^{-1} 이었고 뿌리와 꽃대는 각각 20.6 과 20.4 mg kg^{-1} 으로 가장 낮은 함량을 보였다(Fig. 1-A).

한편, naringin을 표준물질로 분석한 총 플라보노이드 함량은 총 페놀 함량 보다는 낮은 함량을 보였으나 민들레 부위별 함량 차이 같은 경향을 보였다. 꽃 추출물은 21.4 mg kg^{-1} 으로 가장 높았고, 잎, 꽃대, 뿌리 순으로 각각 16.2 , 8.0 , 5.5 mg kg^{-1} 으로 나타났다(Fig. 1-B).

고 등(2008)은 총 폴리페놀과 총 플라보노이드 함량 추출방법 연구에서 추출온도가 증가함에 따라 그 함량이 크게 증가하였으며, DPPH 라디칼, ABTS 라디칼, superoxide 라디칼 소거활성도 추출온도가 증가함에 따라 증가하다가 최적온도 이후에 약간 감소한다고 보고하였다.

항산화성

민들레 부위별 메탄올 추출물에 대한 DPPH 라디칼 소거능을 HPLC로 분석한 결과 꽃 추출물(IC_{50} 값 = 624.3 mg kg^{-1})에서 가장 높은 활성을 보였고 그 다음으로 잎 ($1,627.9 \text{ mg kg}^{-1}$), 뿌리($1,881.4 \text{ mg kg}^{-1}$), 꽃대 추출물 ($3,765.6 \text{ mg kg}^{-1}$) 순으로 꽃대가 가장 낮은 활성을 보였

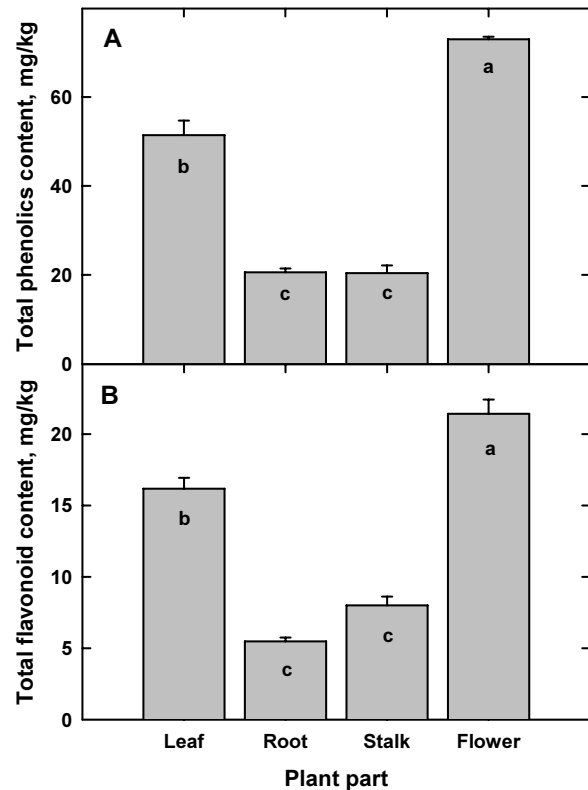


Fig. 1. Total phenolics contents (A) and total flavonoid contents (B) of methanol extracts from different plant parts of *Taraxacum officinale*. Means with the same letter are not significantly different ($p < 0.05$).

다. 특히, 메탄올 추출물 $2,000 \text{ mg kg}^{-1}$ 에서 DPPH 라디칼 소거능은 꽃 추출물이 89%로 가장 높았고 다음이 잎, 뿌리, 꽃대 순으로 각각 62.1, 54.7, 37.2 %로 나타났다(Fig. 2-A). 이는 앞의 총 페놀 함량 및 총 플라보노이드 함량의 결과와 유사한 경향으로(Sun 등, 2002), Zhou와 Yu 등(2006)도 공시된 채소 추출물의 페놀 함량은 DPPH 라디칼 소거능과 상관관계가 있다고 보고한 바 있으며 폴리페놀이 식물체의 항산화성에 주요한 역할을 할 수 있음을 보여주고 있다.

한편, 민들레 부위별 메탄올 추출물 $1,000 \text{ mg kg}^{-1}$ 에서 아질산염 소거능은 꽃대에서 70.1%로 가장 높았고 뿌리가 69.3%로 그 다음으로 높게 나타났고, 잎과 꽃은 가장 낮은 활성인 61.5와 56.5%로 나타나 유의성은 인정되지 않았고 앞의 DPPH 라디칼 소거능과는 다른 양상을 보였다(Fig. 2-B).

민들레의 생리활성은 민들레의 열수 및 에탄올 추출물이

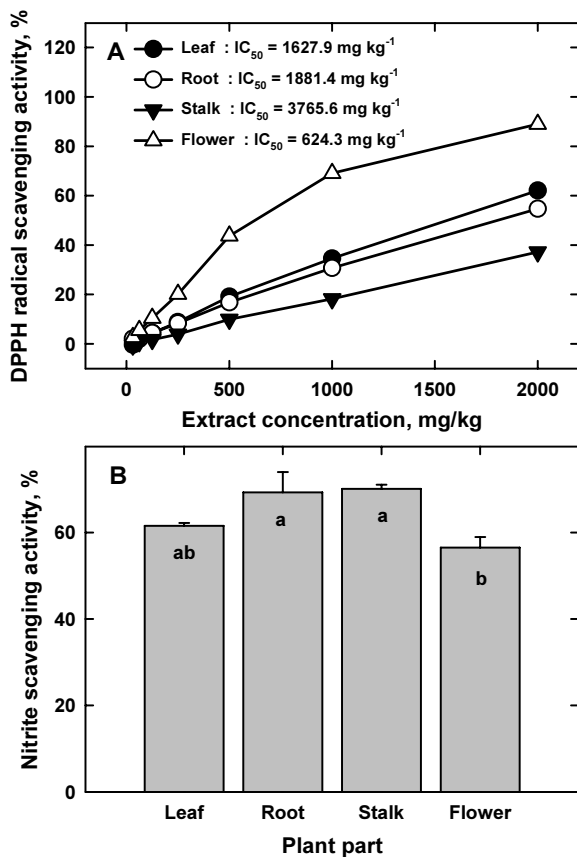


Fig. 2. DPPH radical scavenging activity (A) and nitrite scavenging activity (B) of methanol extracts from different plant parts of *Taraxacum officinale*. Means with the same letter are not significantly different ($p < 0.05$).

항산화 활성(Shahidi *et al.*, 1992), hydroxyl radical 소거 활성(Kang, 2001)을 가지고 있다는 보고가 있고, 특히 강 등(2002)은 민들레 잎의 물추출물이 뿌리의 물추출물보다 지방산에 대한 과산화물 생성 저해율이 높았고, DPPH 라디칼, hydroxyl 라디칼, superoxide anion 라디칼 및 hydrogen peroxide에 대한 소거활성 역시 매우 높은 것으로 보고한 바 있다.

또 다른 연구에서 한 등(2005)은 민들레(*T. mongolicum*) 각 분획물의 총 플라보노이드 함량을 측정된 결과 *n*-butanol 분획에서 각각 27.75%로 다른 분획들보다 많이 함유하고 있었으며 위장 장애의 간접적인 요인이 될 수 있는 라디칼의 소거작용 및 활성산소로부터 세포막 보호에 대한 각 분획물의 시험에서도 *n*-butanol 분획물이 가장 우수한 효과를 나타내었으며 DPPH 라디칼 소거능의 SC₅₀ 값은 47 $\mu\text{g ml}^{-1}$ 이었다고 보고하였다.

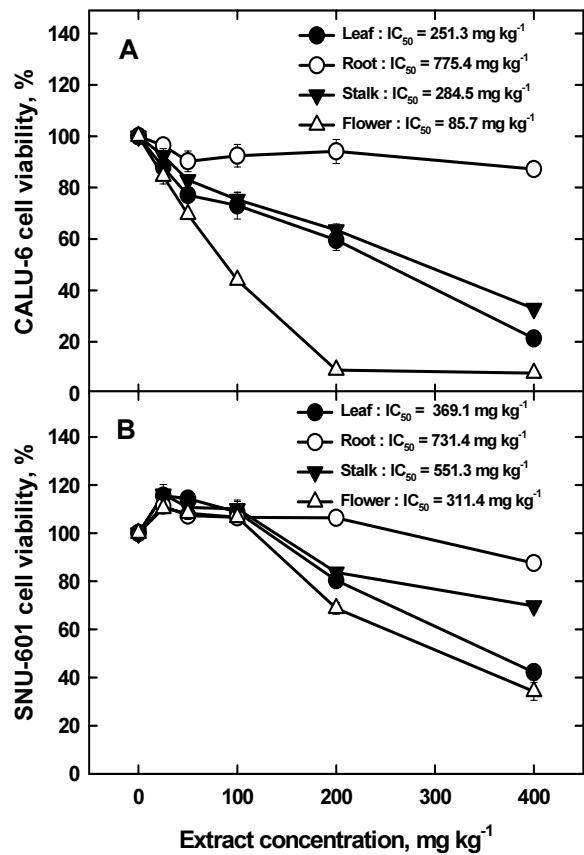


Fig. 3. Cytotoxic effect of methanol extracts from different plant parts of *Taraxacum officinale* on human cancer cell lines, Calu-6 for human pulmonary carcinoma (A) and SNU-601 for human gastric carcinoma (B).

세포독성

민들레 부위별 지상부의 폐암세포주(Calu-6)에 대한 세포 생존율은 꽃 추출물에서 가장 낮았고(IC₅₀ 값 = 85.7 mg kg^{-1}), 그 다음으로 잎(251.3 mg kg^{-1}), 꽃대(284.5 mg kg^{-1}), 뿌리 추출물(775.4 mg kg^{-1}) 순으로 뿌리 추출물이 가장 높은 생존율을 보였다. 특히, 메탄올 추출물 400 mg kg^{-1} 에서 각 부위별 세포 생존율은 꽃 추출물이 7.8%로 가장 낮았고 그 다음으로 잎(21.3%), 꽃대(32.9%), 뿌리(87.2%)로 나타났다. 이는 꽃 추출물이 가장 높은 세포독성을 보였고, 뿌리가 가장 낮은 것을 보여 준다(Fig. 3-A).

한편, 민들레 부위별 지상부의 위암세포주(SNU-601)에 대한 세포 생존율은 폐암세포주 보다 상대적으로 높은 경향으로 더 낮은 세포독성을 나타냈다. 하지만 부위별 차이는 앞의 폐암세포주의 결과와 유사한 경향이었다. 즉, 꽃 추출물에서 역시 가장 낮은 세포 생존율(IC₅₀ 값 = 311.4

Table 1. Correlation coefficients among physiological-active components and their activities of methanol extracts from different plant parts of *Taraxacum officinale*

	TP	TF	DPPH	NSA	CALU	SNU
TP	1.0000	<u>0.9770</u>	<u>0.8490</u>	<u>0.9971</u>	0.5795	<u>0.8716</u>
TF		1.0000	<u>0.7280</u>	<u>0.9635</u>	<u>0.7215</u>	<u>0.9515</u>
DPPH			1.0000	0.8652	0.2194	0.5200
NSA				1.0000	<u>0.5372</u>	<u>0.8529</u>
CALU					1.0000	<u>0.8515</u>
SNU						1.0000

* Total phenolics content (TP), total flavonoids level (TF), DPPH radical scavenging activity (DPPH), nitrite scavenging activity (NSA), and cytotoxicities on CALU-6 (CALU) and SNU-601 (SNU) in the different parts of *Taraxacum officinale*. P-values of < 0.05 were considered significant.

mg kg⁻¹)을 보였고, 그 다음으로 잎(369.1 mg kg⁻¹), 꽃대(551.3 mg kg⁻¹), 뿌리 추출물(731.4 mg kg⁻¹) 순으로 뿌리 추출물이 가장 높은 생존율을 보였다. 특히, 메탄올 추출물 400 mg kg⁻¹에서 각 부위별 세포 생존율은 꽃 추출물이 34.2%로 가장 낮았고 그 다음으로 잎(42.3%), 꽃대(69.8%), 뿌리(87.6%)로 나타났다. 이는 세포독성이 꽃 추출물에서 가장 높고, 뿌리에서 가장 낮은 것을 보여 준다(Fig. 3-B).

다른 연구사례를 보면 민들레의 열수 추출물을 이용하여 항종양 효과(Baba *et al.*, 1981; Kotobuki 등, 1965)가 구명되었으며, Takasaki *et al.*(1999a, 1999b)은 일반적인 항암활성을 보고하였고, 특히 또 다른 연구에서는 sarcoma 180 고형암에 대해서도 강력한 항암활성을 지닌다(Kim, 1995)고 알려져 있다.

각 성분과 생리활성 항목간의 상관관계에 있어서 총 페놀 함량과 총 플라보노이드 함량이 항산화성에 대한 상관관계는 $r^2 = 0.7280 \sim 0.9971$ 로써 세포독성에 대한 상관관계 $r^2 = 0.5795 \sim 0.9515$ 보다 다소 높게 나타났다. 특히 총 플라보노이드 함량과 아질산염 소거능 간에는 $r^2 = 0.9771$ 로 가장 높은 상관관계를 보였고, 총 페놀 함량과 총 플라보노이드 함량 간에 $r^2 = 0.9770$ 으로 높은 상관관계를 보였고, 그 다음이 총 플라보노이드 함량과 아질산염 소거능 또는 위암세포주(SNU-601) 세포독성 간에는 각각 $r^2 = 0.9635$ 와 $r^2 = 0.9515$ 으로 높았다. 또한 총 페놀 함량과 위암세포주 세포독성 또는 DPPH 라디칼 소거능 간에는 각각 $r^2 = 0.8716$ 과 $r^2 = 0.8490$ 으로 높았고, 총 플라보노이드 함량과 DPPH 라디칼 소거능 또는 폐암세포주(Calu-6)

세포독성 간에 각각 $r^2 = 0.7280$ 과 $r^2 = 0.7215$ 로 비교적 높은 상관관계를 보였다(Table 1). 이들 결과는 생리활성 물질 총 페놀 함량과 총 플라보노이드 함량이 항산화성과 세포독성에 관련이 있음을 보여 준 것으로 나타났다.

민들레 부위별 생리활성물질 함량과 그 활성을 비교한 결과, 꽃에서 가장 높은 함량의 폴리페놀과 플라보노이드가 함유되어 있었고 이는 높은 항산화성과 항암효과와 연관성이 있음을 확인할 수 있었다. 또한 꽃을 활용한 기능성 식의약품 개발 가능성에 대한 제고가 필요하다 본다. 그 다음으로 높은 활성을 보인 잎 추출물이었으며, 꽃대와 지상부에 뿌리 추출물은 다른 부위에 비해 비교적 낮은 성분 함량과 생리활성을 나타냈다.

적 요

서양민들레의 부위별 성분 및 생리활성 차이를 검토하고자 폴리페놀 함량, 플라보노이드 함량, 항산화성 및 세포독성을 분석하였다. Folin-Denis방법에 따른 총 페놀 함량은 꽃 추출물에서 72.0 mg kg⁻¹으로 가장 높게 나타났으며, 그 다음이 잎, 뿌리, 꽃대 추출물 순으로 나타났다($p < 0.05$). 한편, 총 플라보노이드 함량은 총 페놀 함량과 같은 경향을 보였으나 더 낮은 범위의 함량이 검출되었다. DPPH 라디칼 소거능은 추출물 농도가 증가할수록 높은 활성을 보였으며 그 중 꽃 추출물 (IC_{50} 값 = 624.3 mg kg⁻¹)에서 가장 높은 활성을 보였고 그 다음으로 잎, 뿌리, 꽃대 추출물 순으로 나타나($p < 0.05$), 이는 페놀 및 플라보노이드 함량이 DPPH 라디칼 소거능과 관련이 있음을 보여 주었다.

MTT법에 의한 세포독성 시험에서 폐암세포주(Calu-6)와 위암세포주(SNU-601)의 세포 생존율은 꽃 추출물에서 가장 낮았고(IC₅₀값 = 85.7과 311.4 mg kg⁻¹), 그 다음으로 잎, 꽃대, 뿌리 추출물 순으로 뿌리 추출물이 가장 높은 생존율을 보였다. 이는 세포독성이 꽃 추출물에서 가장 높고, 뿌리에서 가장 낮은 것을 보여 준 것이다. 결론적으로 총 페놀 함량과 총 플라보노이드 함량이 항산화성(r²=0.7280 to 0.9971)과 세포독성(r²=0.5795 to 0.9515)에 높은 상관관계가 있고, 그 함량과 활성은 식물체 부위별로 다르게 나타남을 확인하였다.

사 사

본 연구는 농림수산식품부의 농림수산식품기술기획평가원의 연구개발과제(110040-02-2-HD110) 지원에 의해 이루어진 것으로 이에 감사를 드립니다.

인용문헌

Baba, K., S. Abe and D. Mizuno. 1981. Antitumor activity of hot water extract of dandelion, *Taraxacum officinale* correlation between antitumor activity and timing of administration. *Yakugaku Zasshi* 101:538-543.

Blois, M.S. 1958. Antioxidant determinations by use of a stable free radical. *Nature* 26:1199-1200.

Cho, Y.S., J.Y. Park, Y.J. Oh and J.Y. Jang. 2000. Effect of dandelion leaf extracts on lipid metabolism in rats fed high cholesterol diet. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutri.* 29:676-682.

Choi, J.S., S.H. Park and I.S. Kim. 1989. Studies on the active principles of wild vegetables on biotransformation of drug. *Korean J. Pharmacogn.* 20:117-122.

Gray, J.I. and L.R.Jr. Dugan. 1975. Inhibition of N-nitrosamine formation in model food systems. *J. Food Sci.* 40:981-984.

Grieve, M. 1994. *A modern herbal*. Dorset Press. pp. 249-255.

Ho, C., E.J. Choi, G.S. Yoo, K.M. Kim and S.Y. Ryu. 1998. Desacetylmaticarin, an anti-allergic component from *Taraxacum platycarpum*. *Planta Medica.* 64:577-578.

Hu, C. and D. KITTS David. 2003. Antioxidant, prooxidant, and cytotoxic activities of solvent-fractionated dandelion (*Taraxacum officinale*) flower extracts *in vitro*. *J. Agric.*

Food Chem. 51:301-310.

Kang, M.J. 2001. Antioxidant activity and free radical scavenging effect of dandelion extract. PhD thesis, Yeungnam University, Kyungsan, Korea.

Kang, M.J., Y.H. Seo, J.B. Kim, S.R. Shin and K.S. Kim. 2000. The chemical composition of *Taraxacum officinale* consumed in Korea. *Korean J. Soc. Food Sci.* 16:182-187.

Kim, D.H. 1995. Antitumor activity of fractions of Taraxaci Herba synergistic effect with anticancer drugs. M.S.thesis, Taejon Univ.

Kim, S.D., M.H. Kim and D.H. Kim. 2000. Effect of dandelion extracts on the growth of lactic acid bacteria and gas formation from Kimchi. *Korean J. Phstharvest Sci. Technol.* 7:321-325.

Kim, S.K. 1991. Effect of Herba Taraxaci extract on the antialgesia and antiinflammatory. M.S. Thesis, Wonkang Univ.

Kotobuki, H., A. Akira, Y. Itaru, N. Shigehiko, H. Zen-ichi and N. Ichiya. 1965. Antitumor activity of 4(or 5)-aminoimidazole -5(or 4)-carboxamide derivatives. *Japanese J. Cancer Res.* 56(4):417-420.

Krygier, K., F. Sosulski and H. Lawrence. 1982. Free, esterified and insoluble-bound phenolic acids. I. Extraction and purification procedure. *J. Agric. Food Chem.* 30:330-334.

Lee, B.W. and D.H. Shin. 1991. Screening of natural antimicrobial plant extract on food spoilage microorganism. *Korean J. Food Sci. Technol.* 23:200-204.

Lee, E.B., J.K. Kim and O.K. Kim. 1993. The antigestric effect of Taraxaci Herba. *Korean J. Pharmacogn.* 24: 313-318.

Lister, C.E., J.E. Lancaster, K.H. Sutton and J.R.L. Walker. 1994. Developmental changes in the concentration and composition of flavonoids in skin of a red and a green apple cultivar. *J. Science Food and Agric.* 64: 155-161.

Mascolo, N., G. Autore, F. Capasso, A. Menghini and M. P. Fasulo. 1987. Biological screening of Italian medicinal plants for anti-inflammatory activity. *Phytother. Res.* 1:28-31.

Mosmann, T. 1983. Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: application to proliferation and cytotoxicity assays. *J. Immunol Methods.* 65:55-63.

Racz-Kotilla, E., G. Racz and A. Solomon. 1974. The action of *Taraxacum officinale* extracts on the body weight and diuresis of laboratory animal. *Planta Medica.* 26:212-217.

SAS (Statistical Analysis Systems) Institute. 2000. SAS/STAT

- user's guide. Version 7. Electronic Version. Cary, NC, USA.
- Shahidi, F., P.K. Janitha and P.D. Wanasundara. 1992. Phenolic antioxidants. *Crit. Rev. Food. Sci. Nutr.* 32:67-103.
- Singleton, V.L. and J.A. Rossi. 1965. A colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American J. Enol. Viticult.* 16:144-158.
- Sun, J., Y.F. Chu, X.Z. Wu and R.H. Liu. 2002. Antioxidant and anti proliferative activities of common fruits. *J. Agric. Food Chem.* 50:7449-7454.
- Takasaki, M., T. Konoshima, H. Tokuda, K. Masuda, Y. Arai, K. Shiojima and H. Ageta. 1999a. Anti-carcinogenic activity of *Taraxacum* plant. I. *Biol. Pharm. Bull.* 22:602-605.
- Takasaki, M., T. Konoshima, H. Tokuda, K. Masuda, Y. Arai, K. Shiojima and H. Ageta. 1999b. Anti-carcinogenic activity of *Taraxacum* plant. II. *Biol. Pharm. Bull.* 22: 606-610.
- Williams, C.A., F. Goldstone and J. Greenham. 1996. Flavonoids, cinnamic acids and coumarins from the different tissues and medicinal preparations of *Taraxacum officinale*. *Phytochemistry.* 42:121-127.
- Zhou, K. and L. Yu. 2006. Total phenolic contents and antioxidant properties of commonly consumed vegetables grown in Colorado, *LWT.* 39:1155-1162.
- 강미정, 신승렬, 김광수. 2002. 민들레 물추출물의 항산화 및 자유라디칼 소거활성. *한국식품저장유통학회지.* 9(2):253-259.
- 고윤정, 차동수, 최희돈, 박용곤, 최인욱. 2008. 항산화 활성 증진을 위한 민들레 잎의 열수추출 조건의 최적화. *한국식품과학회지.* 40(3):283-289.
- 김영찬. 2007. 민들레의 항동맥 경화 메카니즘 구명 및 제품 개발에 관한 연구. 농림수산식품부. 연구보고서.
- 김종덕. 2008. 민들레, 녹차, 갯, 황기 및 버섯 등의 특성을 이용한 wellbeing 제품의 개발. 농림수산식품부. 연구보고서.
- 박수현. 1995. 한국 귀화식물 원색도감. 일조각. pp. 346-349.
- 생약학교재편찬위원회. 2001. 생약학, 동명사. pp. 503-505.
- 이창복. 1980. 대한식물도감. 향문사. pp. 783-784.
- 한소희, 황정근, 박수남, 이길홍, 고강일, 김기수, 김기호. 2005. 민들레(*Taraxacum mongolicum* H.) 추출분획물이 위장보호에 미치는 효능 평가. *한국식품과학회지.* 37(1): 84-89.
- 허성일, 양명현. 2008. 민들레 추출물의 항산화 활성 및 세포독성 효과. *생약학회지.* 39(3):255-259.
- 黃度淵原. 1989. 證脈方藥合編. 南山堂.

(접수일 2012.1.10; 수정일 2012.3.20; 채택일 2012.4.16)