

국내 자생 민들레의 종류별 항산화성 및 세포독성 연구

천상욱[†]

조선대학교 BI센터 (주)이파리넷

Antioxidant Activity and Cytotoxicity of Different Taraxacum Species in Korea

Sang-Uk Chon[†]

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

ABSTRACT Contents of phenolics and flavonoids, antioxidant activity and cytotoxicity were investigated in the methanol extracts of three different *Taraxacum* species, *Taraxacum coreanum*, *Taraxacum mongolicum*, and *Taraxacum officinale*. Total phenolics content at 1000 mg kg⁻¹ was more present in shoot parts than in roots, and was highest in *T. mongolicum* shoot and root extracts (76.8 and 40.0 mg kg⁻¹, respectively), followed by *T. coreanum* and *T. officinale* ($p < 0.05$). Total flavonoid level had same tendency to total phenolics among *Taraxacum* species, showing lower amounts (6.5~36.4 mg kg⁻¹) than total phenolics. The antioxidant activity of the methanol extracts from all the species dose-dependently increased. DPPH free radical scavenging activity at 1,000 mg kg⁻¹ was highest in shoot and root extracts from *T. mongolicum* by 89.6 and 83.4%, respectively. According to MTT assay, cell viability of Calu-6 (human pulmonary carcinoma) was lowest in the *T. mongolicum* shoot and root extracts (IC₅₀ values=83.4 and 66.4 mg kg⁻¹, respectively), and followed by *T. coreanum* and *T. officinale* (lowest). Calu-6 was more sensitive to the extracts than SNU-601 (human gastric carcinoma). Antioxidative and anticancer activities in three different *Taraxacum* species was more correlated with total phenolics content ($r^2=0.0097$ to 0.6213) than with total flavonoids level ($r^2=0.0027$ to 0.4627). The results showed total phenolics content and total flavonoids level were highly correlated with anticancer activity and antioxidant activity, and their content and activities were different depending on species.

Keywords : *Taraxacum* species, total phenolics content, total flavonoids level, antioxidant activity, MTT assay

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, 국내에는 주로 민들레(*Taraxacum mongolicum*), 좀민들레(*T. hallaisanense*), 산민들레(*T. ohwianum*), 흰민들레(*T. coreanum*)를 비롯한 자생 4종과 서양민들레(*T. officinale*)와 붉은씨서양민들레(*T. laevigatum*) 귀화 2종으로 구분하고 있다(Lee, 1980; Park, 1995).

주요성분으로는 비타민과 무기질이 풍부하고, 지방 함량과 칼로리가 낮아(Racz-Kotilla *et al.*, 1974) wellbeing 식품으로 적당하며, 고미성분인 taraxin, inulin이 많고, carotenoid 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). 민들레의 생리활성은 민들레의 열수 및 에탄올 추출물이 항산화 활성(Shahidi *et al.*, 1992), hydroxyl radical 소거 활성(Kang, 2001)을 가지고 있고, 또한 식중독균에 대한 항균활성(Lee and Shin, 1991)에 대한 연구가 있으나 김치 발효 균주에 대해서는 그 영향력이 없다(Kim *et al.*, 2000)고 보고되었다. 그리고 열수 추출물이 항종양 효과(Baba *et al.*, 1981)가 뛰어나며, sarcoma 180 고형암에 대해서도 강력한 항암 활성(Kim, 1995)이 있으며, 체내 지질대사의 개선효과(Cho *et al.*, 2000)와 항염증 효과(Kim, 1991)도 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 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 desacetylmatrixarin 성분이 항알러지 활성이 있음을 보였다. 그리고, Hu & David

[†]Corresponding author: (Phone) +82-62-228-0508 (E-mail) chonsu4100@yahoo.co.kr

<Received 25 January, 2012; Revised 2 March, 2012; Accepted 4 March, 2012>

(2003)는 민들레 추출물이 항산화 활성이 있어 프리라디칼을 소거하며, Mascolo(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. 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 한국에서 자생하고 있는 대표적인 민들레 3종인, 흰민들레, 민들레, 서양민들레를 대상으로 종간에 영양생장기의 지상부(잎)와 뿌리의 성분 및 생리활성 차이를 검토하고자 폴리페놀 함량, 플라보노이드 함량, 항산화성 및 항암성을 각각 조사하고 그 조사항목간의 연관성을 분석하였다.

재료 및 방법

식물재료

민들레 수집종의 성분분석과 생리활성을 검정하기 위하여 2010년 5월에 순천시와 여수시 지역에서 영양생장기로 이르고 있는 자생 민들레의 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 처리별 동결건조된 식물체 시료 200 g씩을 95% methanol 2 L에 24시간 동안 추출하여 여과한 후 그 추출액을 50°C에서 감압 농축하여 methanol 추출물을 얻어 동결 건조하였다. 최종적으로 각 식물체의 메탄올 추출물로부터 얻어진 평균 회수율은 약 10% 정도였다(Krygier *et al.*, 1982).

페놀 함량

총 페놀 화합물 함량은 Folin-Denis 방법(Singleton & Rossi, 1965)에 따라 분석하였다. 민들레 추출물을 1 mg/ml 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)로 흡광도를 측정하

였다. 페놀 화합물 함량은 표준물질 chlorogenic acid의 농도를 이용하여 검량선을 작성한 후 정량하였다.

개별 페놀산을 측정하기 위해 각 민들레종의 지상부 추출물을 HPLC용 메탄올을 이용하여 1 mg/ml 농도로 조제한 후 membrane filtex(0.45 μm)로 여과한 후 그 여액을 HPLC(Waters 2695, USA)에 주입하여 분석하였고, 분석조건은 다음과 같다. 분리된 페놀산은 표준 페놀산들의 retention time과 비교하였으며, 각 페놀산의 함량은 표준 페놀산의 peak 면적으로부터 표준 곡선을 작성하였다(Banwart *et al.*, 1985).

플라보노이드 함량

총 플라보노이드 함량은 동결건조된 각 시료 0.1 g에 Lister *et al.*(1994) 변법에 따라 75% methanol을 가하여 실온에서 하룻밤 동안 추출한 다음 이 검액 1.0 mL를 시험관에 취하고 10 mL의 diethylene glycol을 가하여 잘 혼합하였다. 다시 여기에 1N NaOH 0.1 mL를 잘 혼합시켜 37°C의 water bath에서 1시간 동안 반응시킨 후 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 공시험은 시료 용액 대신 50% methanol 용액을 동일하게 처리하였으며, 표준곡선은 naringin(Sigma Co., USA)을 이용하여 표준 검량곡선을 작성하고 이로부터 총 플라보노이드 함량을 구하였다.

개별 플라보노이드를 측정하기 위해 각 민들레종의 지상부 추출물을 HPLC용 메탄올을 이용하여 1 mg/ml 농도로 조제한 후 membrane filter (0.45 μm)로 여과한 후 그 여액을 HPLC(Waters 2695, USA)에 주입하여 분석하였고, 분리된 샘플들은 표준물질 naringin, quercetin dihydrate, rutin의 retention time과 비교하여 정량하였다(Banwart *et al.*, 1985).

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 도는 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, 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 용출 피크면적

Ao : 시료가 첨가하지 않은 DPPH radical용액의 용출피크면적

민들레 메탄올 추출물의 아질산염 소거작용의 측정은 1 mM NaNO₂ 20 μl에 시료의 추출액 40 μl와 0.1N HCl(pH 1.2) 또는 0.2M citrate buffer(pH 4.2) 또는 0.2M citrate buffer(pH 6.0)을 140 μl 사용하여 부피를 200 μl로 맞추었다. 이 반응액을 37°C 항온수조에서 1시간 반응시킨 후 2% acetic acid 1000 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 & Dugan, 1975).

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

N : nitrite scavenging ability

A : absorbance of 1 mM 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 폐암세포주인 Calu-6(ATCC, HTB-56)와 위암 SNU-601을 사용하였다. 세포주의 배양은 10% FBS(fetal bovine serum)와 peniciline G(25 unit/mL) 및 streptomycin(25 μg/mL)를 첨가한 RPMI 1640배지를 사용하였으며 37°C, 5% CO₂의 습윤화된 배양기 내에서 적응시켜 배양하였다. MTT(3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyl tetrazolium bromide) 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 생성

하는 원리를 이용한 것이다. 종양세포를 3×10⁴ cells/mL의 농도가 되도록 조절한 후 96 well microplate에 90 μL/well씩 분주하고 이것을 37°C, 5% CO₂ 세포배양기(Forma, Germany)에서 12시간 배양하여 세포를 부착시킨 다음 추출물을 50, 100, 200, 400, 800 μg/mL 농도가 되도록 10 μL씩 첨가하였다. 대조군은 시료와 동일한 양의 증류수를 첨가하여 동일한 조건으로 배양하였다. 이것을 72시간 동안 배양시킨 후, 5 mg/mL농도로 조제한 MTT 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(Bio-Rad, USA)를 이용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하여 그 값을 아래와 같이 각 세포의 시료 무첨가군을 100%로 하여 상대적인 세포 성장율을 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 반복으로 분석을 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 알아보고자 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 상관관계수를 도출하여 비교하였다.

결과 및 고찰

페놀 함량

Folin-Denis방법에 따라 표준물질 chlorogenic acid를 근거로 분석된 민들레 부위별 1000 mg kg⁻¹ 농도의 메탄올 추출물에 대한 총 페놀 함량이 정량되었다. 그 결과 지상부 추출물에서 함량이 50.2~76.8 mg kg⁻¹ 범위로 지하부 추출물 24.9~40.0 mg kg⁻¹범위보다 높게 나타났으며, 종별로는 민들레가 지상부 및 뿌리 추출물에서 각각 76.8와 40.0 mg kg⁻¹를 보여 다른 종보다 유의적으로 높게 나타났다(Fig. 1).

한편, 흰민들레, 민들레, 서양민들레의 개별 페놀산 함량은 총량으로 각각 42.5, 50.1, 26.1 mg kg⁻¹로서 민들레가 가장 높았고, 흰민들레, 서양민들레 순으로 나타났다(Table

Table 1. Contents of phenolic acids in methanol extracts of 4,000 ppm from leaves of different *Taraxacum* species.

Sample	Phenolic acids (ppm)										Total
	3HC*	CAF	CHL	FER	GAL	GEN	SAL	SYR	OCO	PCO	
<i>T. coreanum</i>	2.583	1.698	10.286	0.118	0.852	5.008	10.692	1.221	8.658	1.396	42.512
<i>T. mongolicum</i>	0.555	2.844	4.177	0.824	2.180	10.824	ND	1.074	9.834	17.786	50.098
<i>T. officinale</i>	0.263	ND**	6.925	ND	9.269	4.797	4.503	0.168	0.123	0.095	26.143

* 3HC: 3-hydroxycinnamic acid, CAF: caffeic acid, CHL: chlorogenic acid, FER: ferulic acid, GAL: gallic acid, GEN: Gentistic acid, SAL: salicylic acid, SYR: syringic acid, OCO: o-coumaric acid, PCO: p-coumaric acid.

** ND: No detected.

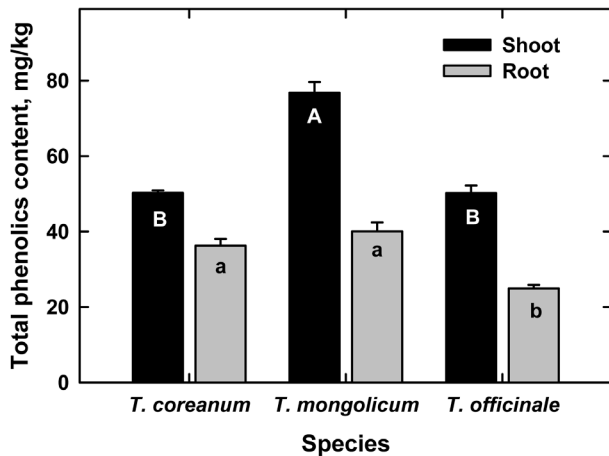


Fig. 1. Total phenolics content of methanol extracts from shoots and roots of *Taraxacum* species. Means of total phenolics content from shoots (upper case) and roots (lower case) of *Taraxacum* species with the same letter are not significantly different ($p < 0.05$).

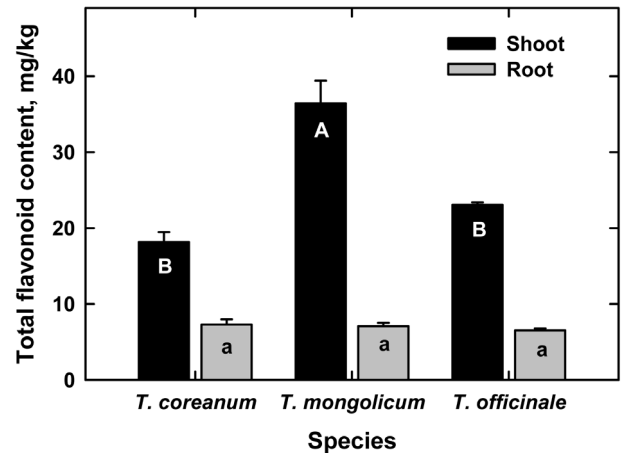


Fig. 2. Total flavonoid content of methanol extracts from shoots and roots of *Taraxacum* species. Means of total flavonoid content from shoots (upper case) and roots (lower case) of *Taraxacum* species with the same letter are not significantly different ($p < 0.05$).

1). 개별 페놀산의 함량은 종별로 달리 나타났는데 흰민들레에서는 salicylic acid와 chlorogenic acid가 각각 10.7과 10.3 mg kg⁻¹로 가장 높은 함량을 보였고, 민들레는 p-coumaric acid와 gentistic acid가 각각 17.8과 10.8 mg kg⁻¹으로 나타났고, 서양민들레는 gallic acid와 chlorogenic acid가 각각 9.3과 6.9 mg kg⁻¹으로 높은 함량을 보였다(Table 1).

총 플라보노이드 함량

Naringin을 표준물질로 분석한 총 플라보노이드 함량은 6.5~36.4 mg kg⁻¹ 범위로 총 페놀 함량(24.9~76.8 mg kg⁻¹) 보다 훨씬 낮은 함량을 보였으나 지하부보다는 지상부가 높은 함량을 보였고 중간에는 민들레가 36.4 mg kg⁻¹으로 다른 두 종보다 유의적으로 높았고, 뿌리에서는 6.5~7.3 mg kg⁻¹ 범위로 보였으나 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다(Fig. 2).

민들레, 흰민들레, 서양민들레의 개별 플라보노이드 함량은 총량으로 각각 4.6, 2.2, 3.0 mg kg⁻¹로서 민들레가 가장 높았고, 서양민들레, 흰민들레 순으로 나타났다(Table 2). 종별로 민들레에서는 quercetin dihydrate가 2.77 mg kg⁻¹으로 가장 높았고, 흰민들레에서는 quercetin dihydrate가 1.36 mg kg⁻¹이었고, 서양민들레에서는 naringin이 각각 1.8 mg kg⁻¹으로 가장 높게 나타났다(Table 2).

이와 같은 함량 수치는 Koh *et al.*(2008)의 결과 보다는 낮은 함량인 것으로 나타났다. 그들은 총 폴리페놀과 총 플라보노이드 함량 추출방법 연구에서 최적 추출조건은 추출 온도 83.77±1.07°C, 시료에 대한 용매비 20.85±0.24 ml/g, 추출시간 1.59±0.12 hr이었고 이때 예측된 수율은 38.98%, 총 폴리페놀 함량은 74.28 µg/mg, 총 플라보노이드 함량은 74.00 µg/mg이었으며, DPPH 라디칼, ABTS 라디칼, superoxide 라디칼 소거활성(IC₅₀)의 예측 특성값은 각각 0.14 mg/ml,

Table 2. Contents of flavonoids in methanol extracts of 4,000 ppm from leaves of different *Taraxacum* species.

Sample	Flavonoids (ppm)			
	Naringin	Quercetin dihydrate	Rutin	Total
<i>T. coreanum</i>	ND*	1.356	0.863	2.219
<i>T. mongolicum</i>	1.178	2.774	0.668	4.620
<i>T. officinale</i>	1.804	0.904	0.324	3.032

* ND: No detected.

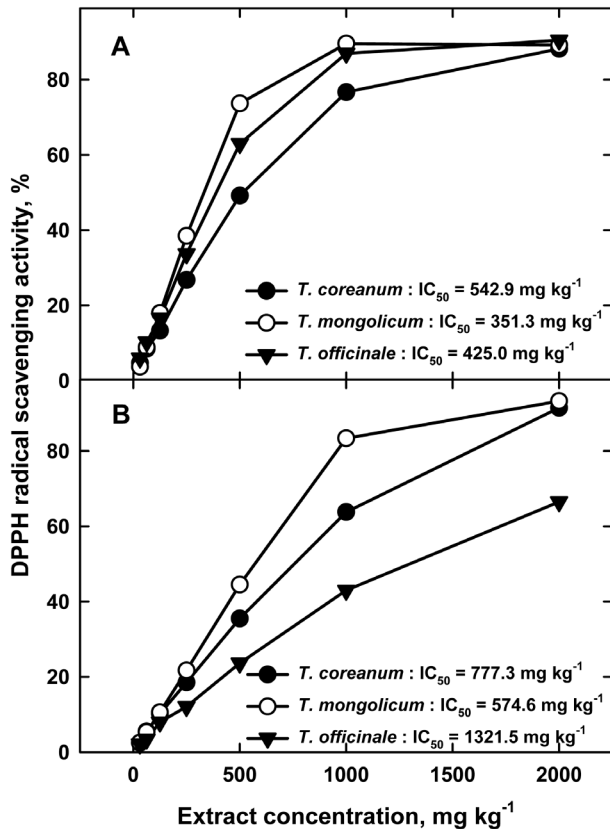


Fig. 3. DPPH radical scavenging activity of methanol extracts from shoots (A) and roots (B) of *Taraxacum* species.

3.24 mg/ml, 2.49 mg/ml로 나타났다고 한 바 있다.

항산화성

지상부 추출물에서 DPPH 라디칼 소거능은 민들레, 서양민들레, 흰민들레 순으로 IC₅₀값이 각각 351.3, 425.0, 542.9 mg kg⁻¹으로 민들레가 가장 높았고(Fig. 3-A), 뿌리 추출물에서도 민들레, 흰민들레, 서양민들레 순으로 IC₅₀값이 각각 574.6, 777.3, 1,321.5 mg kg⁻¹으로 민들레가 가장 높은 활성을 보였다(그림 3-B). 특히, 지상부 추출물 1,000 mg kg⁻¹에서 민들레 추출물이 89.6%의 소거능을 보여 가장 높았고

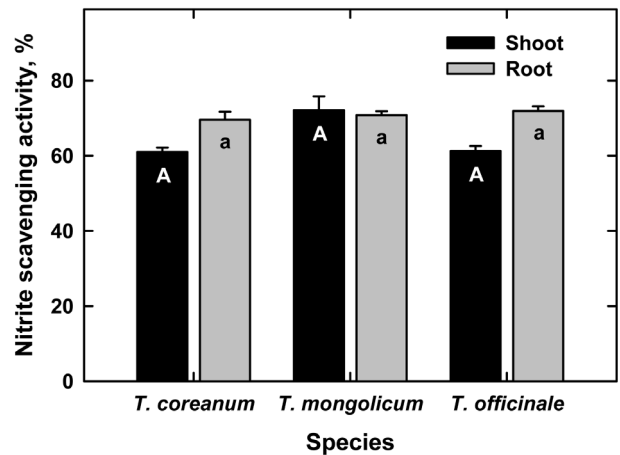


Fig. 4. Nitrite scavenging activity of methanol extracts from shoots and roots of *Taraxacum* species. Means of nitrite scavenging activity of methanol extracts from shoots (upper case) and roots (lower case) of *Taraxacum* species with the same letter are not significantly different ($p < 0.05$).

(Fig. 3-A), 지하부 추출물에서 민들레가 83.4% 소거능을 보여 민들레가 다른 두 종보다 높은 활성을 보였다(Fig. 3-B).

따라서 민들레 종류별 메탄올 추출물에 대한 DPPH 라디칼 소거능을 HPLC로 분석한 결과 앞의 총 페놀 함량 및 총 플라보노이드 함량의 결과와 유사한 경향으로 나타나(Sun et al., 2002), Zhou & Yu(2006)이 보고하였듯이 공시된 채소 추출물의 페놀 함량은 DPPH 라디칼 소거능과 상관관계가 있다고 보고한 바 있으며 폴리페놀이 식물체의 항산화성에 주요한 역할을 할 수 있음을 보여주고 있다.

한편, 종별 민들레의 아질산염 소거능은 흰민들레, 민들레, 서양민들레 모두에서 활성이 비슷하고 유의성도 인정되지 않았다. 지상부 추출물 1,000 mg kg⁻¹에서 각각 60.9, 72.1, 61.3% 소거능을 보여 민들레가 비교적 높았으나 유의적인 차이는 없었다. 또한 지하부 추출물의 경우도 각각 69.6, 70.8, 71.9% 소거능을 보여 종간의 유의성은 인정되지 않았다. 또한 지상부와 뿌리 추출물간의 활성 차이는 없

는 것으로 나타났다(Fig. 4).

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

또 다른 연구에서 Han *et al.*(2005)은 민들레(*T. mongolicum*) 각 분획물의 총 플라보노이드 함량을 측정한 결과 *n*-butanol 분획에서 각각 27.75%로 다른 분획들보다 많이 함유하고 있었으며 위장 장애의 간접적인 요인이 될 수 있는 라디칼 소거작용 및 활성산소로부터 세포막 보호에 대한 각 분획물의 시험에서도 *n*-butanol 분획물이 가장 우수한 효과를 나타내었으며 DPPH 라디칼 소거능의 SC_{50} 값은 $47 \mu\text{g/ml}$ 이었다고 보고하였다.

세포독성

민들레 종류별 지상부의 폐암세포주(Calu-6)에 대한 세포 생존율은 민들레 추출물에서 가장 낮았고(IC_{50} 값 = 83.4 mg kg^{-1}), 그 다음으로 흰민들레(140.2 mg kg^{-1}), 서양민들레(165.6 mg kg^{-1}) 순으로 높은 생존율을 보였다. 특히, 메탄올 추출물 200 mg kg^{-1} 에서 각 종류별 세포 생존율은 민들레 추출물이 7.9%로 가장 낮았고 그 다음으로 흰민들레(26.8%), 서양민들레(33.6%)로 나타났다. 이는 민들레 추출물이 가장 높은 항암활성을 보였고, 서양민들레가 가장 낮은 것을 보여 준다(Fig. 5-A). 한편, 뿌리의 폐암세포주(Calu-6)에 대한 세포 생존율은 지상부보다 높은 경향으로 민들레 추출물에서 역시 가장 낮았고(IC_{50} 값 = 66.4 mg kg^{-1}), 그 다음으로 흰민들레(101.6 mg kg^{-1}), 서양민들레(978.4 mg kg^{-1}) 순으로 생존율을 나타냈다. 메탄올 추출물 400 mg kg^{-1} 에서 각 종류별 세포 생존율은 민들레 추출물이 6.0%로 가장 낮았고 그 다음으로 흰민들레(18.0%), 서양민들레(88.0%)로 나타났다. 이는 민들레 추출물이 가장 높은 항암활성을 나타냄을 알 수 있었다(Fig. 5-B).

민들레 종별 지상부 추출물의 위암세포주(SNU-601)에 대한 세포 생존율은 폐암세포주 상대적으로 높은 경향으로 더 낮은 항암활성을 나타냈다. 서양민들레 추출물에서 가장 낮은 세포 생존율(IC_{50} 값 = 179.6 mg kg^{-1})을 보였고, 그 다음으로 민들레(191.4 mg kg^{-1}), 흰민들레(249.1 mg kg^{-1}) 순으로 흰민들레 추출물에서 가장 높은 생존율을 보였다. 특히, 메탄올 추출물 200 mg kg^{-1} 에서 각 종류별 세포 생존율

은 서양민들레 추출물이 38.9%로 가장 낮아 항암활성이 서양민들레 추출물에서 가장 높은 것으로 나타났다(Fig. 6-A). 민들레 종류별 뿌리 추출물의 위암세포주(SNU-601)에 대한 세포 생존율은 민들레 추출물에서 가장 낮은 세포 생존율(IC_{50} 값 = 201.6 mg kg^{-1})을 보였고, 그 다음으로 흰민들레(299.8 mg kg^{-1}), 서양민들레(801.2 mg kg^{-1}) 순으로 서양민들레 추출물에서 가장 높은 생존율을 보였다. 이는 민들레 추출물이 가장 높은 항암활성을 보여준 것으로 나타났다(Fig. 6-B).

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

각 성분과 생리활성 항목간의 상관관계에 있어서 총 페놀 함량과 항산화 활성 또는 세포독성 항목간의 상관관계는 $r^2 = 0.0097 \sim 0.6213$ 으로써 총 플라보노이드 함량과 항산화

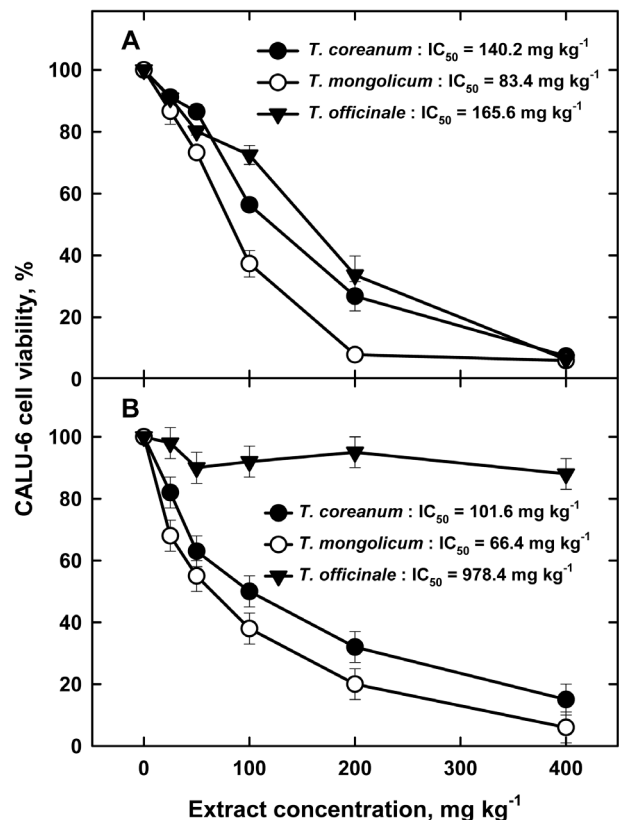


Fig. 5. Cytotoxic effect of shoot (A) and root (B) extracts from different *Taraxacum* species on a human cancer cell line, Calu-6 for human pulmonary carcinoma.

Table 3. Correlation coefficients among physiological-active components and their activities of methanol extracts from different *Taraxacum* species.

	TP*	TF	DPPH	NSA	CALU	SNU
TP	1.0000	0.9050	0.0124	0.0097	0.4074	0.6213
TF		1.0000	0.0027	0.0299	0.2060	0.4627
DPPH			1.0000	0.6057	0.0266	0.0104
NSA				1.0000	0.1609	0.1823
CALU					1.0000	0.8944
SNU						1.0000

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

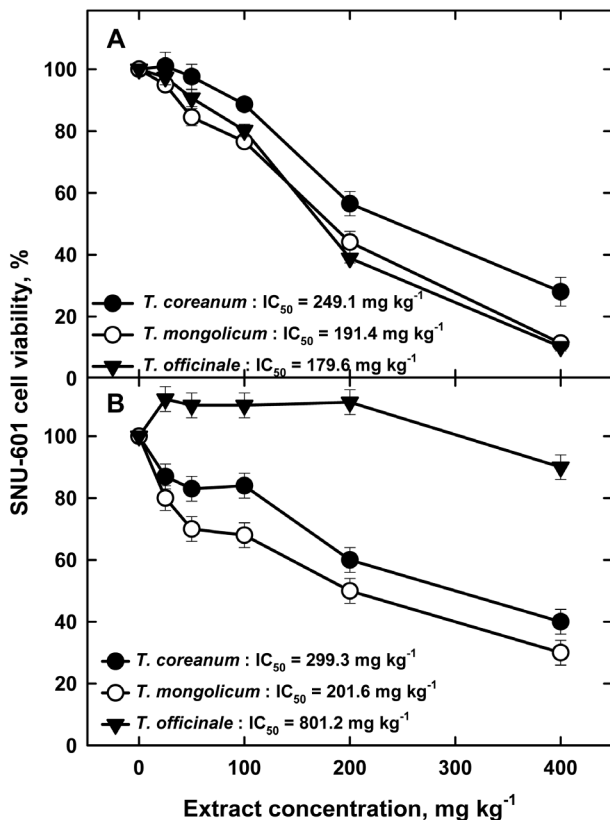


Fig. 6. Cytotoxic effect of shoot (A) and root (B) extracts from different *Taraxacum* species on a human cancer cell line, SNU-601 for human gastric carcinoma.

활성 또는 항암 활성 항목간 상관관계 $r^2=0.0027\sim0.4627$ 보다 다소 높게 나타났다. 특히, 항목 중 총 페놀 함량과 총 플라보노이드 함량 간에는 $r^2=0.9050$ 로 가장 높은 상관관계를 보였고, 총 페놀 함량과 폐암세포주(Calu-6)와 위암세포주(SNU-601) 세포독성 간에 각각 $r^2=0.4074$ 와 $r^2=0.6213$ 으

로 비교적 높은 상관관계를 보였고, 그 다음이 총 플라보노이드 함량과 위암세포주(SNU-601) 세포독성 간에 $r^2=0.4627$ 로 높게 나타났다(Table 3). 이들 결과는 생리활성물질 총 페놀 함량과 총 플라보노이드 함량이 항산화성보다는 항암성에 더 연관성이 높음을 보여 준 것으로 해석된다.

민들레 종류별 생리활성물질 함량과 그 활성을 비교한 결과, 종류별로는 민들레 추출물에서, 부위별로는 뿌리보다는 지상부에서 높은 함량의 폴리페놀과 플라보노이드가 함유되어 있었고 이들은 높은 항산화성 및 세포독성과 연관성이 있음을 확인할 수 있었다.

요 약

민들레의 종류별 성분 및 생리활성 차이를 검토하고자 폴리페놀 함량, 플라보노이드 함량, 항산화성 및 항암성을 분석하였다. 민들레 종류별 1000 mg kg⁻¹의 메탄올 추출물의 총 페놀 함량은 지상부 추출물이 50.2~76.8 mg kg⁻¹범위로 지하부 추출물 24.9~40.0 mg kg⁻¹범위보다 높게 나타났으며, 종별로는 민들레가 가장 높았고, 그 다음으로 흰민들레와 서양민들레 순으로 나타났다. 민들레의 지상부 및 지하부 추출물에서 각각 76.8과 40.0 mg kg⁻¹를 보여 유의적으로 가장 높은 함량을 보였다($p < 0.05$). 한편, 총 플라보노이드 함량은 총 페놀 함량과 유사한 경향을 보였으나 총 페놀 함량보다 낮은 함량 범위(6.5~36.4 mg kg⁻¹)를 보였다. DPPH 라디칼 소거능은 추출물 농도가 증가할수록 높은 활성을 보였으며 민들레의 지상부와 뿌리 추출물 1,000 mg kg⁻¹에서 DPPH 라디칼 소거능은 각각 89.6와 83.4%의 소거능을 보여 다른 두 종보다 높은 활성을 보였다. MTT법에 의한 세포독성 시험에서 민들레 종류별 지상부와 지하부 추출물의 폐암세포주(Calu-6)에 대한 세포 생존율은 민들레 추출

물에서 가장 낮았고(IC₅₀값 = 83.4과 66.4 mg kg⁻¹), 그 다음으로 흰민들레와 서양민들레 순으로 높은 생존율을 보여 민들레가 다른 두 종에 비해 높은 세포독성이 있음을 보여 주었다. 한편, 위암세포주(SNU-601)에 대한 세포 생존율은 폐암세포주에 비해 상대적으로 높은 경향으로 이는 추출물이 더 낮은 항암활성을 갖고 있음을 나타냈다. 각 성분과 생리활성 항목간의 상관관계에 있어서 총 페놀 함량과 항산화 활성 또는 세포독성 항목간의 상관관계($r^2=0.0097\sim0.6213$)는 총 플라보노이드 함량과 항산화 활성 또는 세포독성 항목간 상관관계($r^2=0.0027\sim0.4627$) 보다 높게 나타났다. 결과적으로 총 페놀 함량과 총 플라보노이드 함량이 항산화성 및 세포독성 과 높은 연관성을 보이며, 그 함량과 활성은 민들레 종류에 따라 다르게 나타났다.

사 사

본 연구는 농림수산물부의 농림수산물기술기획평가원의 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.
- Banwart, W. L., P. M. Porter, T. C. Granato and J. J. Hassett. 1985. HPLC separation and wavelength area ratios of more than 50 phenolic acids and flavonoids. *J. Chem. Ecol.* 11 : 383-395.
- Blosi, 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. *Kor. 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.
- Han, S. H., J. K. Hwang, S. N. Park, K. H. Lee, K. I. Ko, K. S. Kim and K. H. Kim. 2005. Potential effect of solvent fractions of *Taraxacum mongolicum* H. on protection of gastric mucosa *Korean J. Food Sci. Technol.* 37(1) : 84-89.
- 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 Med.* 64 : 577-578.
- Hu, C. and D. K. 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., S. R. Shin and K. S. Kim. 2002. Antioxidative and free radical scavenging activity of water extract from dandelion (*Taraxacum officinale*). *Korean J. Food Preserv.* 9(2) : 253-259.
- 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. Postharvest Sci. Technol.* 7 : 321-325.
- Kim, S. K. 1991. Effect of *Herba Taraxaci* extract on the antialgesia and antiinflammatory. M.S. thesis, Wonkang University.
- Koh, Y. J., D. S. Cha, H. D. Choi, Y. K. Park, and I. W. Choi. 2008. Hot water extraction optimization of dandelion leaves to increase antioxidant activity. *Korean J. Food Sci. Technol.* 40(3) : 283-289.
- 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. *GANN Japanese Journal of Cancer Research.* 56(4) : 417-420.
- Krygier, K., F. Sosulski and H. Lawrence. 1982. Free, esterified and insoluble-bound phenolic acids. 1. 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, C. B. 1980. *Plant Flora of Korea*. Hyangmoonsa, Seoul, Korea. pp. 783-784.
- Lee, E. B., J. K. Kim and O. K. Kim. 1993. The antigastric effect of *Taraxaci Herba*. *Kor. 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.
- Park, S. H. 1995. Naturalized Plant Flora in Korea. Iljogak. Seoul, Korea. pp. 346-349.
- 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 Media*. 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. *Critical Review in Food Science and Nutrition*. 32 : 67-103.
- Singleton, V. L. and J. A. Rossi. 1965. A colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. 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.