

도꼬마리 부위별의 항산화 및 항암 활성

*이 연 리

대전보건대학교 식품영양과

Antioxidative and Anticancer Activities of *Xanthium strumarium* Extracts prepared from Different Parts

*Youn Ri Lee

Dept. of Food and Nutrition, Daejeon Health Science College, Daejeon 300-711, Korea

Abstract

This study was carried out in order to investigate the functional properties of methanol extracts from two parts (root and fruit) of *Xanthium strumarium* by means of measuring the contents of total polyphenols and flavonoid as well as determining ABTS \cdot^+ , DPPH radical scavenging activity, hydroxyl radical scavenging activity (OH \cdot) and anticancer activity. The examination of physiologically active substances in the two parts revealed that the *Xanthium strumarium* fruit had high total polyphenol, flavonoid contents, ABTS \cdot^+ DPPH and hydroxyl radical scavenging activity. The *Xanthium strumarium* fruit has higher activities of anticancer activities on prostate cell lines compared to other cancer cell lines.

Key words: *Xanthium strumarium*, antioxidative, anticancer, prostate cell lines

서 론

경제성장과 식생활의 서구화로 인해 비만, 당뇨, 고혈압 및 심장질환 등 다양한 성인병의 발생율이 높아지고 있다(Choi 등 2011). 성인병의 주된 원인인 활성산소와 free radical은 외부로부터 지속적인 자극과 에너지 생성을 위한 산화과정에서 상당량 발생하게 된다(Aruoma 등 1991). 인체에서는 이에 대한 방어기전으로 산화억제물질을 생성하여 산화물의 대부분을 소멸시키지만, 환경오염, 스트레스, 불규칙적인 식습관, 약물, 유전적 요인 등에 의해 항산화 방어계와 균형이 깨어지면서 산화물질이 세포막 파괴, DNA 변성, 세포 노화 등을 초래하게 된다(Reiter RJ 1995). 활성산소를 제거하기 위하여 동양의학과 민간에서는 치료 및 예방의 목적으로 사용되고 있는 각종 생약이나 약용식물을 대상으로 천연항산화제에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다(Lodovici 등 2001; Kim 등 2008; Park & Kim 1992). 최근에는 식용 가능한 작물

을 대상으로 항산화 활성이 높고, 인체에 무해한 성분을 찾으려는 시도가 활발히 진행되고 있다(Stella 등 2011).

도꼬마리(*Xanthium strumarium* L.)는 국화과(Compositae)에 속하며, 전체에 거센 털이 나 있으며, 줄기는 곧게 서고, 키는 1.5 m 정도이다. 꽃은 8-9월경에 황갈색을 띤 꽃이 줄기 끝에서 핀다. 열매는 대추씨와 비슷하고, 과피부분에 갈고리 모양의 억센털이 나 있으며, 들이나 길가에서 주로 자라는 자생력이 강한 한해살이 풀이다(Kang & Kim 2010). 도꼬마리는 한국, 중국, 일본, 만주 등 아시아 전역에 걸쳐 분포되어 있으며, 우리나라에서는 야생하는 것도 있고, 전국에 재배하여 어린잎은 식용으로도 한다(Kim 등 2003). 도꼬마리는 전초, 뿌리, 열매 등을 모두 약용으로 사용되는데, 약용 부위에 따라 전초를 창이, 열매를 창이자(蒼耳子), 뿌리를 창이근(蒼耳根)이라고 부른다(Song 등 1998). 창이자에 함유된 성분으로는 γ -lactone 구조를 가진 xanthinin과 carotenoid, alkaloid, saponine, xanthostrumarin, xanthostrunarin 및 oleic acid 등이 알려져

* Corresponding author: Youn Ri Lee, Dept. of Food and Nutrition, Daejeon Health Science College, Daejeon 300-711, Korea.
Tel: +82-42-670-9246, Fax: +82-42-670-9246, E-mail: leeyounri @hit.ac.kr

있다(Kim 등 2003). 이러한 성분을 가진 차이지는 해열, 발한, 진통, 산풍, 거습, 궤양성 피부병, 신경통 및 악성 종양에 효과가 있으며, 항균 효과로서는 티푸스균, 이질균, 황색포도상구균에 저해 효과가 있다고 알려져 있어서 여러 종류의 질병에 민간요법으로 사용되고 있다(Yook CS 1990). 도꼬마리의 선행연구로는 항산화 효과(Min & Park 2010) 항암 및 항균 효과(Kim & Shin 1997; Kim 등 2003; Park 등 2005; Kang & Kim 2010), 면역 효과(Moon 등 1991)에 관한 연구보고들이 있다.

따라서 본 연구는 이러한 도꼬마리의 활성탐색 및 활용방안 모색을 위한 기초연구자료 제시를 목적으로 도꼬마리 뿌리와 열매 부위를 메탄올로 추출하여 항산화 활성 및 항암 활성 검증을 통해 유효 생리활성 성분이 많은 부위를 탐색해 보고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용한 도꼬마리 뿌리(분양번호: 011-033)와 열매(분양번호: 023-025)는 2013년 한국식물추출은행에서 분양받아 실험에 사용하였다. 시료 추출은 메탄올을 넣고 상온에서 정치시킨 후 sonicator를 이용하여 추출하고 여과해서 농축하여 DMSO(Dimethyl Sulfoxide) 용매에 녹여서 사용하였다.

본 실험에 사용한 Folin Ciocalteu reagent, gallic acid, ascorbic acid, α -tocopherol, BHA(butylated hydroxy anisole), DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl), hydrogen peroxide, ABTS(2,2'-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid), peroxidase, EDTA(ethylenediaminetetraacetic acid), 2-deoxyribose, TCA(trichloroacetic acid) 등은 Sigma-Aldrich Co.(St. Louis, MO, USA) 제품을 사용하였으며, 모든 시약은 특급시약을 사용하였다.

2. 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 함량은 Folin-Dennis 방법(1912)을 응용하여 추물물의 폴리페놀성 화합물에 의해 환원된 결과, 몰리브덴 청색으로 발색하는 것을 원리로 분석하였다. 시료 0.5 ml에 증류수 6.5 ml 및 Folin-Ciocalteu's phenol reagent 0.5 ml를 첨가하고 3분간 실온에서 방치한 후 Na_2CO_3 포화용액 1 ml와 탈이온수 1.5 ml를 첨가한 다음 실온에서 1시간 방치한 후 720 nm에서 spectrophotometer(Bio-Tek instruments Inc. Winooski VT, USA)를 측정한다. Phenolic compound의 함량은 gallic acid를 사용하여 작성된 표준곡선으로부터 계산하였다.

3. 플라보노이드 함량

총 플라보노이드 함량은 Wong 등(2006)의 방법을 변형하

였다. 시료 용액과 diethyleneglycol 10 ml를 혼합하고, 여기에 1 N-NaOH 용액 1 ml를 가하여 잘 혼합한 후 37°C의 항온수조(VS-190 CS, Vision SCI., Bucheon, Korea)에서 1시간 반응시킨 후 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이 때 표준검량곡선은 naringin(Sigma chemical Co., St. Louis, MO, USA)을 이용하여 작성하였다.

4. ABTS ·⁺ Decolorization Assay에 의한 총 항산화력 측정

도꼬마리의 총 항산화력은 ABTS ·⁺ cation decolorization assay에 의하여 측정하였다(Van den Berg 등 1999). 2,2'-Azino-bis 7.4 mM과 potassium persulphate 2.6 mM을 하룻동안 암소에 방치하여 ABTS ·⁺ 양이온을 형성시킨 후 이용액을 735 nm에서 흡광도 값이 1.4-1.5가 되도록 물 흡광계수를 이용하여 메탄올로 희석하였다. 희석된 ABTS ·⁺ 용액 1 ml에 추출액 50 μ l를 가하여 60분 후에 흡광도의 변화를 측정하였으며, 표준물질로서 L-ascorbic acid를 동량 첨가하였다.

5. DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)에 의한 전자공여능

도꼬마리의 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)에 의한 전자공여능은 Blois MS(1958)과 같은 방법으로 측정하였다. DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)에 의한 전자공여능(electron donating ability, EDA)은 0.2 mM DPPH 용액 0.8 ml에 시료 0.2 ml를 첨가한 후 실온에서 30 min을 방치하여 520 nm에서 흡광도 감소치를 측정하였다.

6. Hydroxyl Radical(OH ·) 소거능

도꼬마리의 hydroxyl radical 소거능은 다음과 같은 방법으로 측정하였다(Halliwell 등 1987). 10 nM $\text{FeSO}_4 \cdot \text{EDTA}$ 200 μ l, 10 mM 2-deoxyribose 200 μ l, 0.1 M 인산완충액 1.39 ml에 시료 10 μ l를 넣고 200 μ l의 10 mM H_2O_2 용액으로 라디칼 생성을 유도하여 37°C에서 4시간 반응하였다. 2.8% trichloroacetic acid(TCA)로 반응을 정지시키고, 0.8% thiobarbituric acid(TBA) 용액을 첨가하여 10분간 끓여 발색한 뒤, 반응액을 냉각하여 532 nm에서 흡광도를 측정한다.

7. In Vitro에서 항암 활성

Cell line은 유방암세포(MCF-7), 전립선암(PC-3), 위암세포(AGS), 폐암세포(A-549), 대장암세포(HCT-116) 및 간암세포(Hep-G2)를 사용하였으며(American Type Culture Collection; Cryosite, Lane Cove NSW, Australia), cancer cell을 적정배지를 이용하여 37°C, 5% CO_2 가 공급되는 배양기에서 배양하였다.

암세포주의 증식 억제 정도를 Ishiyanna 등(1996)의 방법에 따라 MTT(3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide) assay로 측정하였다. 즉, 암세포주를 96 well plate에

1×10^4 cells/well이 되게 180 μ l 분주하고 24시간 배양 후 시료를 일정 농도로 제조하여 20 μ l 첨가하여 37°C의 5% CO₂ 배양기에서 24시간 배양하였다. 여기에 phosphate buffer saline (PBS, pH 7.4)에 농도로 제조한 MTT용액 20 μ l를 첨가하고, 동일한 배양조건에서 4시간 더 배양하였다. 이를 상등액을 제거하고, 각 well 당 DMSO 100 μ l를 가하여 30분간 교반한 후 550 nm에서 흡광도를 측정하였다. 각각의 암세포 증식 억제율은 다음의 식에 따라 생존율로 표시하였다.

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

8. 통계처리

모든 분석은 3번 반복 실험하였으며, 실험결과의 통계분석은 SPSS(Statistical Package for the Social Science, ver. 12) 통계프로그램을 이용하여 평균과 표준편차를 구하였다.

결과 및 고찰

1. 도꼬마리의 뿌리와 열매의 폴리페놀 및 플라보노이드 화합물의 함량

페놀성 화합물은 식물계에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물의 하나로서, 분자내 phenolic hydroxyl기가 효소단백질과 같은 거대 분자들과 결합하는 성질 때문에 페놀의 함량이 증가할수록 항 돌연변이, 콜레스테롤 저하작용, 항암 및 항산화작용 등의 다양한 생리활성 기능이 증가된다(Choi 등 2003; Ismail 등 2004). 도꼬마리 뿌리와 열매의 폴리페놀 및 플라보노이드 함량은 Table 1과 같다. 도꼬마리의 뿌리에서는 22.41 mg/ml 함량이 나타났고, 열매에서 132.74 mg/ml로 열매에서 함량이 6배 가량 높게 나타났다.

도꼬마리 열매의 함량과 다른 약용식물의 폴리페놀 함량을 비교해 보면 황금(101.98 mg/g), 오가피(132.27 mg/g), 헛개나무(114.73 mg/g) 함량과는 비슷하게 나타났으며, 쇠비름(21.67 mg/g), 산사(25.57 mg/g), 감국(51.97 mg/g)보다는 높은 함량을 나타내었다(Joo SY 2013). 다른 국화과 식물들과 폴리페놀 함량을 비교해 보면 Heo & Wang(2008) 연구에서는 토종민들레 메탄올 추출물에서 총 폴리페놀 함량이 51.95 mg/g으로 나타났다. Jeong 등(2005) 연구에서는 개망초 부위별에서 잎에서 (25.64 mg/ml) 함량이 높게 나타났다. Lee 등(2009) 연구에서는 감국, 산국 및 구절초 열수 추출물의 총 폴리페놀 함량을 측정한 결과, 구절초(46.06 mg/g)에서 높게 나타났다. Kang & Kim(2010) 연구에서도 도꼬마리 추출물을 첨가한 유산 발효시에 미발효한 추출물에 비해 2-4배의 polyphenol이 생산된다고 보고하였다.

Table 1. Total phenolic and flavonoid contents of the methanol extracts from different parts of *Xanthium strumarium*

Sample	Content (mg/ml)	
	Total polyphenol	Total flavonoid
Root	22.41±0.43	27.63±0.55
Fruit	132.74±1.64	166.18±2.07

The values represent mean±S.D. of triplicate independent experiments.

플라보노이드는 식물에 널리 존재하는 노란색 계열의 색소를 나타내는 약 4,000여 개의 화합물로, 항산화 작용, 순환기계 질환의 예방, 항염증, 항알레르기, 항균, 항바이러스, 지질저하 작용, 면역 증강 작용, 모세혈관 강화 작용 등이 보고된 바 있다(Kawaguchi 등 1997) 도꼬마리의 플라보노이드 함량을 측정한 결과, 뿌리(27.63 mg/g)보다는 열매(166.18 mg/g)에서 높은 함량을 나타내었다.

도꼬마리 열매의 함량과 다른 약용식물의 플라보노이드 함량을 비교해 보면 차전자(48.06 mg/g), 애엽 (44.52 mg/g), 삼백초(23.90 mg/g), 감국(39.83 mg/g)으로 본 연구의 도꼬마리 열매보다는 매우 낮은 함량을 나타내었고, 화피(226.25 mg/g)는 도꼬마리 열매보다 높은 함량을 나타냈다(Joo SY 2013). 국화과 식물 중에서 Heo & Wang(2008)이 보고한 토종민들레 메탄올 추출물에서 총 플라보노이드 함량이 20.57 mg/g으로 나타났다. Lee 등(2009) 연구에서는 감국, 산국 및 구절초 열수 추출물의 총 플라보노이드 함량을 측정한 결과, 구절초 (31.51 mg/g)에서 높게 나타났다.

식품의 총 폴리페놀 함량이 높을수록 항산화 활성이 높다는 연구 결과에 의하면(Kim 등 2005), 도꼬마리 열매 부위에서 항산화 효능을 나타내는 플라보노이드와 폴리페놀을 다량 함유하고 있어 천연 항산화제로 이용 가치가 높다고 사료된다.

2. 도꼬마리 뿌리와 열매의 라디칼 소거 활성

도꼬마리 뿌리와 열매의 총 항산화력과 라디칼 소거 활성에 미치는 영향을 Table 2에 나타내었다. ABTS·⁺ 라디칼 소거능은 potassium persulfate 반응에 의해 생성된 ABTS·⁺ free 라디칼이 도꼬마리에 함유된 항산화력 물질에 의해 제거되어 라디칼 특유의 색인 청록색이 탈색되는 것을 이용하는 방법이다(Re 등 1999). 도꼬마리 뿌리와 열매의 ABTS·⁺ 라디칼 소거능의 IC₅₀ 값은 각각 6.02, 0.81 mg/ml로 열매에서 높은 ABTS·⁺ 라디칼 소거능을 보였다.

Joo SY(2013) 연구에서 약용식물 에탄올 추출물의 ABTS·⁺ 라디칼 소거능을 IC₅₀ 값은 황금(154.57 μ g/ml), 오가피(80.10 μ g/ml), 산사(150.20 μ g/ml), 헛개나무(142.40 μ g/ml), 화피(55 μ g/ml), 감국(23.51 μ g/ml)로 다양하게 ABTS·⁺ 라디칼 소거

Table 2. ABTS ·⁺ and radical scavenging activity of the methanol extracts from different parts of *Xanthium strumarium*

Sample	IC ₅₀ (mg/ml)		
	ABTS · ⁺ 1)	DPPH ²⁾	OH ³⁾
α-Tocopherol	0.06±0.02	0.05±0.01	0.05±0.01
Ascorbic acid	0.05±0.01	0.04±0.01	0.04±0.02
Root	6.02±0.03	1.29±0.03	3.88±0.04
Fruit	0.81±0.06	0.16±0.00	0.44±0.03

The values represent mean±S.D. of triplicate independent experiments.

1) ABTS ·⁺ cation decolorization assay

2) 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, 3) Hydroxyl radical

능을 나타냈다. Min & Jho(2010) 연구에서 민들레의 부위별 ABTS ·⁺ 라디칼 소거능을 측정된 결과, 지상부 및 지하부의 추출물중 열수 추출물이 가장 높은 ABTS ·⁺ 라디칼 소거능을 나타낸 반면, 물 추출물은 가장 낮은 소거능을 나타냈다.

라디칼은 인체 구성물질의 산화를 유도하여 노화 및 다양한 질병을 유도하는 것으로 DPPH radical 소거능은 항산화능을 측정하는데 가장 널리 사용되는 방법이다(Chu 등 2000; Blois MS 1958). 도꼬마리 뿌리와 열매의 DPPH 라디칼 소거능의 IC₅₀ 값은 각각 1.29, 0.16 mg/ml로 열매에서 높은 소거능을 보였다. Min & Park(2010) 연구에서 도꼬마리 열매와 줄기를 에틸아세테이트로 추출하여 DPPH 라디칼 소거능 결과, 열매에서 높게 나타난다고 보고하였으며, 본 연구 결과도 이와 유사하였다. Joo SY(2013) 연구에서 약용식물 에탄올 추출물의 DPPH 라디칼 소거능은 화피(IC₅₀ 2.44 μg/ml), 헛개나무(IC₅₀ 24.87 μg/ml), 오가피(IC₅₀ 27.79 μg/ml), 황금(IC₅₀ 30.15 μg/ml), 감국(IC₅₀ 43.34 μg/ml), 쇠비름(IC₅₀ 177.59 μg/ml)과 합환피(IC₅₀ 158.05 μg/ml)으로 나타났다. 다른 선행연구들 중에서 민들레 잎을 메탄올로 추출하여 DPPH radical 소거능이 44.6% 소거능이 보였고(Kim 등 2008), 흰민들레 메탄올 추출물에서 40.7%(Kim 2005)의 전자공여능이 있다고 보고하였다. Kang & Kim(2010) 보고에서는 도꼬마리 추출물을 0.1 및 0.5 mg/ml로 첨가하여 발효하였을 때 DPPH radical 소거능이 30~40%의 소거능이 확인되어 발효를 하지 않았을 때 25%보다 발효를 하였을 때 높아지는 것으로 나타났다. Lee 등(2004) 연구에서 도꼬마리 씨앗을 부탄올 분획물로 분리하여 DPPH radical 소거 능력이 있는 caffeic acid와 3,5-di-O-caffeoylquinic acid로 분리를 했다고 보고하였다.

Hydroxyl radical은 생물체에서 형성되는 극히 민감한 free radical로서 세포에 손상을 주어 질병을 일으키는 것으로 알려져 있으며, DNA의 파괴, 돌연변이 및 세포독성 등에 영향을 주고, 불포화지방산에서 지질과산화의 진행을 촉진하는 물질 중에 하나로 보고하였다(Chung & Osawa 1998). 도꼬마

리 뿌리와 열매의 hydroxyl radical 소거능의 IC₅₀ 값은 각각 3.88, 0.44 mg/ml로 열매에서 높은 소거능을 보였다. Min & Park (2010) 연구에서 도꼬마리 열매와 줄기를 에틸아세테이트로 추출하여 hydroxyl radical 소거능 결과, 열매에서 높게 나타난다고 보고하였으며, 본 연구 결과도 이와 유사하였다.

이상의 결과를 종합해 보면 도꼬마리 부위 중 열매의 항산화 활성이 높게 나타나는 것은 식물체에 존재하는 페놀성과 플라보노이드 물질을 함유하고 있기 때문이라고 생각이 된다.

3. 도꼬마리의 항암 활성

도꼬마리 뿌리와 열매 부위별 메탄올 추출물에 대한 항암 활성을 알아보기 위하여 유방암세포(MCF-7), 전립선암(PC-3) 위암세포(AGS), 폐암세포(A-549), 대장암세포(HCT-116) 및 간암세포(Hep-G2)에 처리하여 암 세포 성장 억제 정도를 확인하였다. 도꼬마리 뿌리와 열매 추출물을 0.125, 0.25, 0.5, 1 mg/ml의 농도로 MTT를 측정된 결과, Fig. 1, 2와 같이 나타났다. 도꼬마리 열매 부위에서는 0.5 mg/ml에서 전립선 암세포 성장억제율이 26% 나타났고, 도꼬마리 뿌리부위에서는 36% 전립선 암세포 성장 억제 정도를 확인할 수 있었다. 다른 선행 연구들의 결과를 보면 Kim 등(2003)의 연구에서 항암성 물질을 탐색하기 위하여 도꼬마리 잎과 줄기를 열수 추출한 후, 에테르와 에틸아세테이트를 이용하여 중성, 산성, 염기성 조건에서 분리한 결과, 대장암은 중성 에테르 추출조건에서 활성을 보였고, 전립선암은 중성 에틸아세테이트 추출조건에서 활성을 나타냈다. 다른 국화과식물들의 보고에 의하면 Lee 등(1999)은 국화과인 에키네시아 꽃봉우리, 잎줄기 및 뿌리의 메탄올 추출물이 간암, 폐암, 인간 유래 백혈암 및 마우스 백혈암 등 4종의 암세포주에 대하여 강한 억제 활성을 나타내었다고 보고하였다. 도꼬마리 열매와 뿌리 부위에서 항전립선 활성이

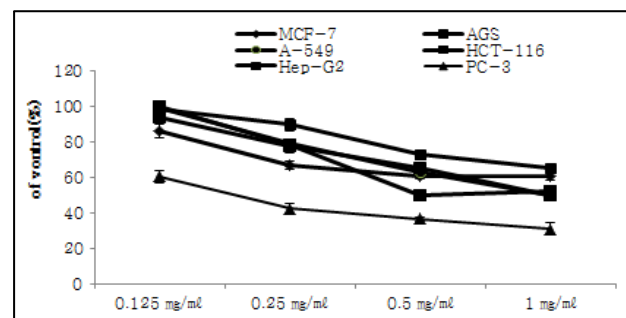


Fig. 1. Comparison of anticancer activities for breast cancer cell lines (MCF-7), gastric cancer cell line (AGS), lung cancer cell line (A-549), colon cancer cell line (HCT-116) liver cancer cell line (Hep-G2) and prostate cell line (PC-3) after treatment with 0.125, 0.25, 0.5 and 1 mg/ml *Xanthium strumarium* root methanol extracts of for 24 hr using MTT assay.

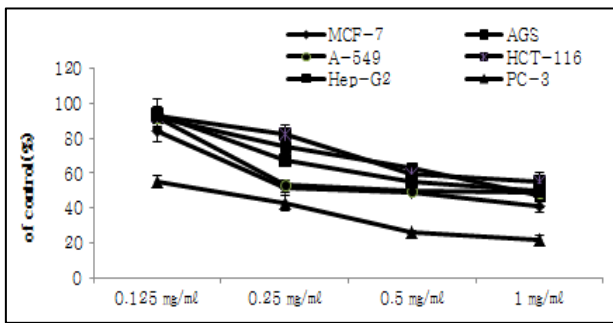


Fig. 2. Comparison of anticancer activities for breast cancer cell lines (MCF-7), gastric cancer cell line (AGS), lung cell line (A-549), colon cancer cell line (HCT-116) liver cancer cell line (Hep-G2) and prostate cell line (PC-3) after treatment with 0.125, 0.25, 0.5 and 1 mg/ml *Xanthium strumarium* fruit methanol extracts of for 24 hr using MTT assay.

높게 나타나서 항암 활성의 물질을 분리하고, 특성을 규명하기 위한 추가적인 연구가 수행되어야 할 것 같다.

요 약

본 연구는 도꼬마리의 뿌리와 열매 부위별 항산화 활성의 검증을 통해 유효 생리활성 성분이 많은 부위를 탐색하고자 뿌리와 열매를 메탄올로 추출하여 항산화 활성물질, 라디칼 소거능, *in vitro*에서 항암 활성을 측정하였다. 항산화 물질인 폴리페놀과 플라보노이드 함량은 뿌리보다는 열매 부위에 6 배 가량 높은 함량이 나타났다. ABTS, DPPH, Hydroxyl radical 소거능을 측정한 결과, 뿌리에서 IC₅₀% 6.02, 1.29, 3.88 mg/ml 이며, 열매에서는 0.81, 0.16, 0.44 mg/ml로 열매에서 소거능이 높게 나타났다. 항암 활성을 알아보기 위하여 유방암세포 (MCF-7), 위암세포(AGS), 폐암세포(A-549), 인체대장암세포 (HCT-116), 간암세포(Hep-G2) 및 전립선암(PC-3)에 처리하여 암세포 성장 억제 정도를 확인한 결과, 도꼬마리 열매와 뿌리 부위에 0.5 mg/ml 농도에서 각각 26%, 36% 전립선 암세포 성장 억제 정도를 확인할 수 있었다.

References

Aruoma OI, Kaur H, Halliwell B. 1991. Oxygen free radicals and human disease. *R Soc Health* 111:172-177

Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 26:1199-1203

Choi IS, Kim KA, Yim JE, Kim YS. 2011. Calorie restriction and obesity under the regulation of SIRT1. *Korean J Obes* 20:170-176

Choi Y, Kim MH, Shin JJ, Park JM, Lee J. 2003. The anti-oxidant activities of the some commercial teas. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32:723-727

Chu YH, Chang CL, Hsu HF. 2000. Flavonoid content of several vegetables and their antioxidant activity. *J Sci Food Agr* 80:561-566

Chung SK, Osawa T. 1998. Hydroxyl radical scavengers from white mustard (*Sinapis alba*). *Food Sci Biotechnol* 7:209-213

Folin O, Denis W. 1912. On Phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as colour reagents. *J Biol Chem* 12:239-249

Halliwell B, Gutteridge JM, Grootveld M. 1987. Methods for the measurement of hydroxyl radicals in biochemical systems: deoxyribose degradation and aromatic hydroxylation. *Methods Biochem Anal* 33:59-90

Heo SI, Wang MH. 2008. Antioxidant activity and cytotoxicity effect of extracts from *Taraxacum mongolicum* H. *Kor J Pharmacogn* 39:255-259

Ishiyama M, Tominaga H, Shiga M, Sasamoto K, Ohkura Y, Ueno KA. 1996. Combined assay of cell viability and *in vitro* cytotoxicity with a highly water-soluble tetrazoliumsalt, neutral red and ceystal violet. *Biol Pharm Bull* 19:1518-1520

Ismail A, Marjan ZM, Foong CW. 2004. Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables. *Food Chem* 87:581-586

Jeong CH, Nam EK, Shim KH. 2005. Chemical components in different parts of *Erigeron annuus*. *J Korean Soc Food Sci Nutri* 34:857-861

Joo SY. 2013. Antioxidant activities of medicinal plant extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:512-519

Kang DH, Kim HS. 2010. Characterization and anti-*Helicobacter pylori* activity of *Xanthium strumarium* L. extract on lactic acid fermentation. *KSBB J* 25:244-250

Kawaguchi K, Mizuno T, Aida K, Uchino K. 1997. Hesperidin as an inhibitor of lipases from porcine pancreas and *Pseudomonas*. *Biosci Biotechnol Biochem* 61:102-104

Kim DI, Lee SH, Hur EY, Cho SM, Park HJ. 2005. Screening of natural plant resources with acetylcholinesterase inhibition and antioxidant activity. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34:423-432

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

Kim HS, Shin OS. 1997. Isolation and antimicrobial activity of

- Xanthium strumarium* L. extract. *Kor J Appl Microbiol Biotechnol* 25:183-188
- Kim HS, Yu TS, Lee IS, Kim YW, Yeo SH. 2003. Screening of the antimicrobial and antitumor activity of *Xanthium strumarium* L. extract. *Korean J Biotechnol Bioeng* 18:55-61
- Kim SH, Choi HJ, Oh HT, Chung MJ, Cui CB, Ham SS. 2008. Cytoprotective effect by antioxidant activity of *Codonopsis lanceolata* and *Platycodon grandiflorum* ethylacetate fraction in human HepG2 cells. *Korean J Food Sci Technol* 40: 696-701
- Kim YC, Rho JH, Kim KT, Cho CW, Rhee YK, Choi UK. 2008. Phenolic acid contents and ROS scavenging activity of dandelion (*Taraxacum officinale*). *Korean J Food Preserv* 15:325-331
- Lee SH, Hwang IG, Nho JW, Jang YD, Lee CH, Woo KS, Jeong HS. 2009. Quality characteristics and antioxidant activity of *Chrysanthemum indicum* L., *Chrysanthemum boreale* M. and *Chrysanthemum zawadskii* K. powdered teas. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38:824-831
- 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
- Lee YM, Kang DG, Kim MG, Choi DH, Lee HS. 2004. Isolation of antioxidants from the seeds of *Xanthium strumarium*. *Korean Journal of Oriental Physiology & Pathology* 18: 792-796
- Lodovici M, Guglielmi F, Meoni M, Dolara P. 2001. Effect of natural phenolic acids on DNA oxidation *in vitro*. *Food Chem Toxicol* 39:1205-1210
- Min KC, Jhoo JW. 2010. Antioxidant activity and inhibitory effect of *Taraxacum officinale* extracts on nitric oxide production. *Korean J Food Sci Technol* 45:206-212
- Min YS, Park YS. 2010. Antioxidant activities of *Xanthium strumarium* fruit and stem extracts. *The Journal of Applied Oriental Medicine* 10:17-23
- Moon EY, Park SY, Ahn MJ, Ahn JW, Zee OP, Park EK. 1991. Immunomodulating activities of water extract from *Xanthium strumarium* (II): Immunostimulating effects of the water layer after treated with chloroform. *Archives of Pharmacol Research* 14:217-224
- Pak SY, Kim JW. 1992. Screening and isolation of the antitumor agents from medicinal plants (I). *Korean J Pharmacogn* 23:264-267
- Park SM, Jung HJ, Han SH, Yeo SH, Kim YW, Ahn HG, Kim HS, Yu TS. 2005. Antifungal activity of extract from *Xanthium strumarium* L. against plant pathogenous fungi. *Kor J Life Science* 15:255-262
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS \cdot^+ radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* 26:1231-1237
- Reiter RJ. 1995. Oxidative process and antioxidative defense mechanism in the aging brain. *FASEB J* 9:526-533
- Song HJ, Ha HS, Kim TH, Shin MK. 1998. Inhibitory effect of immunoglobulin E production by *Xanthium strumarium*. *Kor J Herbology* 13:69-76
- Stella SP, Ferrarezi AC, dos Santos KO, Monteiro M. 2011. Antioxidant activity of commercial ready-to-drink orange juice and nectar. *J Food Sci* 76:C392-C397
- Van den Berg R, Haenen GR, Van den Berg H, Bast A. 1999. Applicability of an improved Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) assay for evaluation of antioxidant capacity measurements of mixtures. *Food Chem* 66:511-517
- Wong SP, Leong LP, Koh JH. 2006. Antioxidant activities of aqueous extracts of selected plants. *Food Chem* 99:775-783
- Yook CS. 1990. Coloured Medicinal Plants of Korea. p.553. Academy Press. Seoul

접 수 : 2013년 7월 24일
 최종수정 : 2013년 9월 16일
 채 택 : 2013년 9월 23일