

## 곤드레, 삼채, 아로니아 주정 추출물의 항산화 및 세포 보호 효과

†류혜숙·최해연\*

상지대학교 보건의료대학 식품영양학과 교수, \*공주대학교 외식상품학과 교수

### Antioxidant and Cell Protection Effects of Ethanolic Extract from *Cirsium setidens*, *Allium hookeri*, *Aronia melanocarpa*

†Hye Sook Ryu and Hae Yeon Choi\*

Professor, Dept. of Food and Nutrition, Sangji University, Wonju 26339, Korea

\*Professor, Dept. of Food Service Management and Nutrition, Kongju National University, Gongju 32588, Korea

#### Abstract

*Cirsium setidens*, *Allium hookeri*, *Aronia melanocarpa*, are popular dietary ingredients for Asian cuisine or beverage. this study attempted to search and report the antioxidant activity of extracts of aronia, gondre and samchae, which are used for food in Korea. As a result, total phenol content and DPPH radical scavenging activity tended to increase, and Gondre extract showed the highest DPPH radical scavenging activity effect. The results of a study on the ABTS radical scavenging activity of extracts of Gondre, Aronia, and Samchae showed a tendency for radical scavenging activity to increase as the concentration increased. Gondre hot water extract showed the highest ABTS radical scavenging activity. In this way, antioxidant activity was shown in the order of Gondre, Aronia, and Samchae, and the concentration showed a high activity effect at high concentrations. In the cell protection effect results, the concentration of Gondre extract was 500 µg/mL, the Samchae alcohol extract was used at concentrations of 2.5, 5, 7.5, and 10 µg/mL, and the Aronia extract was used at concentrations of 125 µg/mL. and showed a cytoprotective effect at 250 µg/mL. We hope that these research results will be used as basic data for the development of various functional foods.

Key words: cell protection effect, phenol, antioxidant activity, anticancer effects

#### 서론

식품의 기능성 효과에 대한 관심도가 높아진 시대적인 흐름에 맞춰 식품을 이용한 기능성 소재 발굴에 연구들이 활발하게 진행되고 있다. 곤드레를 이용한 산채 비빔밥, 아로니아를 활용한 다양한 음료나 기능성 제품, 삼채를 이용한 생채류 및 기능성 제품 등이 다양하게 개발되고 있다. 이러한 소재들의 생리활성 효과에 대한 연구 또한 활발하게 진행되고 있다. 곤드레는 고지에서 자라는 국화과로 고려영경귀라고 불리며, 한방에서는 고혈압, 부종 등에 사용되는 것으로 알려져 있다. 우리나라는 최근 칼륨 등 무기질이 풍부한 건강식 비빔밥 소재로 인기를 얻고 있다(Lee 등 2006) 삼채는

뿌리 부추라고도 불리며, 단맛, 매운맛, 쓴맛이 있고 인삼 맛이 난다고 하여 삼채라 부르는 것으로 알려져 있다(Lee 등 2014a). 아로니아의 영양성분은 수분 84.36%, 탄수화물 14.37%, 단백질 0.7%, 지질 0.14% 등(Tanaka & Tanaka 2001)으로 구성되어 있으며, 장미과에 속하는 아로니아는 블랙초크베리(black chokeberry)라고 불리며, 맛과 색, 향이 좋아 식품 재료와 기능성 소재로 널리 활용되고 있다(Sueiro 등 2006; Jeong JM 2008). 친환경 식품산업이 빠르게 성장하면서 질환을 예방하는 차원의 건강과 관련된 기능성 소재 발굴은 그만큼 관심을 받고 있는 것이다(Han 등 2019). 일상 속의 식품을 소재로 면역활성, 항염증, 해독, 항암효과(Park 등 1998; Kim 등 2005) 등 다양한 연구들이 관심을 받고 있다. Noh

† Corresponding author: Hye Sook Ryu, Professor, Dept. of Food and Nutrition, Sangji University, Wonju 26339, Korea. Tel: +82-33-738-7641, Fax: +82-33-730-0186, E-mail: rhs7420@hanmail.net

등(2013)에 따르면 곤드레는 간 지방축적 억제에 효과가 있는 것으로 보고한 바 있으며, 곤드레 추출물의 최종당화산물의 생성 저해 및 라디칼 소거활성 효과가 알려져 있다(Kim 등 2016). 삼채 분말을 이용한 쇠고기 패티 품질특성 및 저장성 연구(Kim DS 2014), 삼채 뿌리를 첨가한 김치의 품질특성 등의 연구가 보고된 바 있다(Lee 등 2014a). 또한 삼채의 생리활성 효과로 대식세포활성, 항염증 효과 등이 알려져 있다(Bae & Bae 2012; Kim 등 2012). 아로니아의 생리활성 효과로 항산화, 위보호 효과(Niedworok 등 1997; Jeong JM 2008; Hwang 등 2014), 항염증, 항당뇨 효과, 면역활성(Jankowski 등 1999) 등 다양한 연구가 보고되고 있다. 따라서 본 연구에서는 우리나라에서 식용으로 주로 이용하는 여러 종류의 식품 소재 중에서 건강식으로 주로 이용되는 재료로 항균활성, 면역능 등 생리활성 효과가 검증된 재료를 근거로(Jeong JM 2008; Lee 등 2014b; Kim 등 2016) 곤드레, 삼채, 아로니아를 건조 정도에 따라 비율을 달리한 주정으로 추출하여 항산화 및 세포보호 효과를 검색하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료 및 추출물 제조

본 연구의 재료로 이용한 곤드레(*Cirsium setidens*), 삼채(*Allium hookeri*) 아로니아(*Aronia melanocarpa*)는 강원도 원주 소재의 마트에서 건조된 재료를 구입하여 실험에 사용하였다. 주정 추출조건은 추출과정에서의 수분함량은 따로 측정하지 않고 추출용기에 맞춰 주정량을 조정하여 각 시료의 건조 정도에 따라 추출용기의 용량에 맞게 아로니아와 삼채 뿌리는 50%의 주정과 재료를 1:1, 곤드레는 주정과 재료를 2:1 비율로 조건을 달리하여 90℃에서 6시간 환류 냉각 추출 방법으로 추출하였다. 추출물은 여과지(No 41, Whatman, Maid stone, UK)지로 이물질을 제거한 후 농축기(EYELA, Tokyo, Japan)로 농축하여 동결건조 후 냉동 보관하여 동일조건으로 실험에 이용하였다.

### 2. 총 폴리 페놀 함량 측정

추출물의 총 폴리페놀화합물의 함량은 Folin-Denis법(Gutfinger T 1981)을 적용하여 측정하였다. 곤드레, 아로니아, 삼채 주정 추출물을 증류수로 희석한 다음 5 mL의 증류수 첨가하여 혼합한 후 실온에서 3분간 정치한 후 분광광도계(X-ma 3100, Human Coperation, Seoul, Korea)를 이용하여 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 함량은 카페인산을 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 카페인산 당량으로 나타내었다.

### 3. 총 플라보노이드 함량 측정

총 플라보노이드 함량은 Moreno(2000)의 방법으로 추출물 0.5 mL에 10% 질산알미늄 0.1 mL, 1 M 아세트산칼륨 0.1 mL 및 ethanol 4.3 mL를 차례로 가하여 혼합하고 실온에서 40분간 방치한 후 분광광도계(X-ma 3100, Human Coperation, Seoul, Korea) 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 플라보노이드 함량은 퀘르세틴을 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 총 플라보노이드 함량을 계산하였다.

### 4. DPPH 라디칼 소거활성 측정

DPPH 라디칼 소거활성은 Lee 등(2007)의 방법을 적용하여 관찰하였다. DPPH 라디칼 소거활성은 Choi 등(1993)의 방법에 따라 유리기(free radical)를 확인하였다. 곤드레, 삼채, 아로니아 주정 추출물 시료 희석액 0.4 mL에  $1 \times 10^{-4}$  M DPPH 용액(메탄올) 5.6 mL를 첨가한 후, 10분간 방치한 후 525 nm 에서 흡광도를 측정하였다(Yu KW 2020). 활성비교를 위한 표준물질은 아스코르브산을 사용하였고, 시료 무첨가구에 대한 첨가구의 흡광도 비로 나타내었다.

$$\text{EDA (\%)} = \frac{(\text{대조군 흡광도} - \text{실험군 흡광도})}{\text{대조군 흡광도}} \times 100$$

(Electron donating ability)

### 5. ABTS 라디칼 소거활성 측정 및 환원력 측정

총항산화력은 Re 등(1999) 방법에 따라 7.4 mM 2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonate)(ABTS) 용액에 2.4 mM 과황산염 칼륨을 넣고 암실에서 12~16시간 동안 반응시킨 후 734 nm에서 흡광도가 0.7이 되도록 증류수로 희석하여 반응액을 제조하였다. 곤드레 주정 추출물은 0.03125~0.25 mg/mL의 시료농도로 제조하고, 삼채와 아로니아 주정 추출물은 0.25~1 mg/mL의 시료 농도로 제조한 후 시료용액 1 mL에 반응액 2 mL를 혼합하여 실온에서 10분간 반응시키고 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. ABTS 라디칼 소거능은 시료 첨가구와 무첨가구의 흡광도 비로 나타내었다. 주정 추출물의 환원력은 Oyaizu M(1986)의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 곤드레, 삼채, 아로니아 주정 추출물 1 mL, 인산완충액(200 mM, pH 6.6) 1 mL, 1% 페리시안화칼륨 1 mL를 혼합하고 50℃에서 20분간 반응시켰다. 10% TCA용액 1 mL를 가하여 2,000 rpm에서 15분간 원심분리하여 얻은 상정액 2 mL에 증류수 1 mL와 0.1% 염화철(III) 1 mL를 가하여 혼합하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 곤드레, 삼채, 아로니아 주정 추출물의 환원력은 흡광도 값으로 나타내었다. 표준물질은 아스코르브산을 이용하여 시료의 ABTS 라디칼소거능과 환원력을 비교하였다.

## 6. FRAP(Ferric-reducing antioxidant potential)를 이용한 총 항산화력 측정

FRAP를 이용한 총 항산화력 측정은 Benzie & Strain(1999)에 의한 방법을 적용하였고, FRAP reagent는 아세트산 나트륨 buffer 300 mM, pH 3.6, 40 mM HCl로 용해한 10 mM 2,4,6-tris(2-pyridyl)-s-triazine(TPTZ), 20 mM FeCl<sub>3</sub>를 10:1:1로 섞어 혼합물을 만들었다. 실험은 각각의 시료 0.05 mL에 혼합물 1.5 mL를 가한 후 혼합하여 37°C에서 5분간 반응시킨 후 분광광도계 593 nm에서의 흡광도를 측정하였다.

## 7. 세포배양

곤드레, 삼채, 아로니아 주정 추출물의 세포독성을 알아보기 위하여 MTT(3,4,5-dimethyl-thiazol-2-yl)-2,5-diphenyl tetrazolium bromide) assay를 이용하여 측정하였다(Oh 등 2009). 각각의 세포를 96 well plate에 5×10<sup>4</sup> cell/mL 농도로 100 µL씩 첨가하여 5% CO<sub>2</sub>, 37°C incubator에서 48시간 동안 배양시키고 배지에 녹인 시료(2, 3, 4, 5 mg/mL) 100 µL를 첨가하여 24시간 배양하였다. 그 후 각 well의 상층액을 제거한 후 MTT 용액(5 mg/mL)을 100 µL씩 첨가하고 37°C, 5% CO<sub>2</sub> incubator에서 4시간 더 배양한 후 MTT 시약이 첨가된 배지를 제거한 후 흡광도는 570 nm에서 측정하여 결과를 분석하였다.

## 8. 통계처리

본 실험에서 얻어진 모든 결과는 평균과 표준편차로 나타내었으며, 통계적 유의성은 SPSS(Statistical Package for the Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) program을 이용하여 one-way ANOVA(analysis of variance)로 분석한 후 Duncan's multiple range test로 검증하여  $p < 0.05$ 에서 유의성을 검정 하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 곤드레, 삼채, 아로니아 주정 추출물의 총 페놀 함량 및 플라보노이드

실험결과를 Table 1에 제시한 것처럼 곤드레, 삼채, 아로니아 주정 추출물의 총페놀 함량 및 총플라보노이드 함량은 퀘르세틴 및 카페인산을 이용하여 함량을 계산하였다. 곤드레, 삼채, 아로니아 추출물의 총페놀 함량은 각각 41.20 mg/g 및 29.42 mg/g, 12.68 mg/g으로 곤드레 주정 추출물에서 가장 높은 페놀 함량을 나타내었다. 다음으로 아로니아, 삼채순이었다. 총플라보노이드 함량은 곤드레, 삼채, 아로니아 추출물에서 각각 7.17 mg/g, 3.76 mg/g, 1.14 mg/g을 나타내어 곤드레 추출물에서 높게 나타났으며, 삼채 추출물은 가장 낮았다. 이와 같이 곤드레, 아로니아 및 삼채 추출물의 총 폴리페놀

**Table 1. Total phenols and flavonoid contents of water extract from *Cirsium setidens*, *Allium hookeri* and *Aronia melanocarp* (mg/g)**

	Total phenol	Flavonoid
<i>Cirsium setidens</i>	41.20±2.24 <sup>1)</sup>	7.17±0.58
<i>Allium hookeri</i>	12.68±0.30	1.14±0.30
<i>Aronia melanocarp</i>	29.42±2.42	3.76±0.89

<sup>1)</sup> Values are the mean±S.D.

함량은 곤드레, 삼채, 아로니아 순으로 총 폴리페놀 함량이 높았다.

플라보노이드 함량도 곤드레, 아로니아, 삼채 순이었다. 곤드레 플라보노이드의 다른 연구로 Baek JP(2020)는 곤드레, 곤달비, 쇠비름, 고들빼기 등의 플라보노이드 함량비교에서 64.44 mg/g으로 곤드레가 가장 높은 플라보노이드 함량을 나타내었다고 보고 하였다. 아로니아의 총페놀 함량, 플라보노이드 함량에 대한 다른 연구(Park & Hong 2014)에서 열수 추출물보다 에탄올 추출물에서 높은 함량을 나타낸 것으로 보고된 바 있다. 삼채의 연구 결과로는 삼채 뿌리를 이용한 80%의 주정 추출물의 총 폴리페놀 21±0.1, 물 추출물은 6±0.1을 나타낸 결과가 있다(Lee 등 2014a). 본 연구와 다소 차이가 있으나 이는 주정의 비율에 따른 차이로 보여진다.

### 2. DPPH 라디칼 소거활성

곤드레, 삼채, 아로니아 주정 추출물의 항산화 활성을 확인하기 위한 DPPH free radical 소거활성 측정 결과는 Table 2와 같다. 곤드레 추출물의 경우 0.625 mg/mL의 농도에서 16.49%, 1.25 mg/mL, 2.5 mg/mL, 5 mg/mL의 농도에서 각각 35.59%, 70.94%, 86.66%로 5 mg/mL의 농도에서 가장 높은 활성을 보였다. 아로니아 추출물의 경우 0.625 mg/mL의 농도에서 11.22%, 1.25 mg/mL, 2.5 mg/mL, 5 mg/mL의 농도에서 각각 20.61%, 37.06%, 61.27%의 DPPH 라디칼 소거활성을 나타내었다. 아로니아도 5 mg/mL의 농도에서 가장 높은 활성을 나타내었다. 반면, 삼채 추출물은 0.625 mg/mL의 농도에서 1.65%, 1.25 mg/mL, 2.5 mg/mL, 5 mg/mL의 농도에서 각각 2.98%, 6.32%, 12.84%로 가장 낮은 소거능을 보였다. 이와 같이 곤드레, 삼채 및 아로니아 추출물의 DPPH 라디칼 소거활성 측정 결과, 모든 시료는 농도가 증가함에 따라 DPPH 라디칼 소거활성이 증가는 경향을 보였으며, 최고농도 5 mg/mL에서 곤드레 추출물 86.66%, 아로니아 61.27% 삼채 12.84% 순의 결과를 보여, 곤드레 추출물이 가장 높은 DPPH 라디칼 소거활성을 나타내었다. Park & Hong(2014)의 곤드레 연구에서 50%의 에탄올, 메탄올 추출물에서 모두 농도 의존적으로

Table 2. DPPH radical scavenging activities of water extract from *Cirsium setidens*, *Allium hookeri* and *Aronia melanocarp* (%)

	Concentration (mg/mL)			
	0.625	1.25	2.5	5
<i>Cirsium setidens</i>	16.49±0.64 <sup>1)</sup>	35.59±0.28	70.94±1.73	86.66±1.22
<i>Allium hookeri</i>	1.65±0.33	2.98±0.19	6.32±0.27	12.84±0.27
<i>Aronia melanocarp</i>	11.22±0.98	20.61±0.81	37.06±0.40	61.27±0.84
	0.025	0.05	0.075	0.1
Ascorbic acid	29.07±0.65	64.42±0.33	94.24±0.65	95.57±0.08

<sup>1)</sup> Values are the mean±S.D.

DPPH free radical 소거활성이 증가한 것으로 보고 하였다. 곤드레 열수 추출물과 에탄올 추출물의 항산화 효과를 비교한 Lee 등(2014b)의 연구에서는 에탄올 추출물에 비해 열수 추출물의 DPPH 효과가 높은 것으로 보고한 바 있다. 곤드레 주정 추출물 70%를 첨가한 모닝빵의 항산화 활성 연구에서 Kwon 등(2014)에서 농도 의존적으로 DPPH 라디칼 소거활성을 보여주고 농도가 높을수록 높은 활성을 나타낸 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다. 이와 같이 다양한 형태의 연구 결과와 본 연구 결과를 볼 때 본 재료들의 다양한 기능성 제품 개발에 효용 가치를 높일 수 있는 자료로서 의미있다고 보여진다.

### 3. ABTS 라디칼 소거활성

항산화 활성을 검색하는데 주요 방법 중 하나가 ABTS 라디칼 소거능이다. 곤드레, 삼채, 아로니아 주정 추출물의 ABTS 라디칼 소거활성을 측정한 결과는 Table 3과 같다. 곤드레 주정 추출물은 0.03125, 0.0625, 0.125, 0.25 mg/mL 농도에서 각각 11.21%, 21.09%, 42.51%, 81.58%, 아로니아 주정 추출물은 0.625, 1.25, 2.5, 및 5.0 mg/mL의 농도에서 각각 59.54%, 73.91%, 85.62%, 94.98%를 나타내었다. 삼채 추출물은 9.48%, 16.98%, 25.03%, 32.30%의 ABTS 라디칼 소거능을

나타내었다. 이와 같이 곤드레, 아로니아, 삼채 주정 추출물의 ABTS 라디칼 소거활성 측정결과는 ABTS 라디칼 소거 활성과 마찬가지로 농도가 증가함에 따라 라디칼 소거활성도 증가하는 경향을 나타내었다. 곤드레 주정 추출물은 최고농도 0.25 mg/mL에서 81.58% 소거활성을 나타내었으며, 삼채 및 아로니아 주정 추출물은 최고농도 1 mg/mL에서 각각 32.30%, 94.98% 라디칼 소거활성을 나타내어 곤드레 추출물이 가장 높은 ABTS 라디칼 소거활성을 나타내었다. Choi Ryu(2015)은 또 다른 식용 소재인 느타리버섯 열수추출물의 ABTS 라디칼 소거능 측정 결과, 2.5 mg/mL 및 5.0 mg/mL의 농도에서 각각 59.6% 및 70.1% ABTS 라디칼 소거능을 나타낸 바 있다. 이러한 결과로 볼 때 DPPH 라디칼 소거능과 유사한 결과로서 곤드레와 아로니아 주정 추출물은 자유라디칼과 양이온 라디칼을 모두 제거하는 능력이 있는 것으로 보여진다. 또 다른 연구에서 곤드레의 에탄올과 부탄올 용매 분획중에서 높은 ABTS 라디칼 소거활성 효과를 보인 것으로 보고한 바 있다(Choi 등 1993; Kim 등 2016).

### 4. 환원력

곤드레, 삼채, 아로니아 주정 추출물의 환원력은 Table 4와 같다. 0.625, 1.25 2.5, 5.0 mg/mL의 농도에서 곤드레 추출물의

Table 3. ABTS radical scavenging activities of water extract from *Cirsium setidens*, *Allium hookeri* and *Aronia melanocarp* (%)

	Concentration (mg/mL)			
	0.03125	0.0625	0.125	0.25
<i>Cirsium setidens</i>	11.21±2.20 <sup>1)</sup>	21.09±0.16	42.51±1.57	81.58±0.31
	0.25	0.5	0.75	1
<i>Allium hookeri</i>	9.48±0.16	16.98±1.09	25.03±1.25	32.30±1.25
<i>Aronia melanocarp</i>	59.54±1.40	73.91±0.32	85.62±0.79	94.98±0.16
	0.0025	0.005	0.0075	0.01
Ascorbic acid	21.12±3.83	43.81±4.71	74.19±2.94	99.69±0.15

<sup>1)</sup> Values are the mean±S.D.

환원력은 각각 0.512, 1.050, 2.052, 2.519로 나타났으며, 아로니아는 같은 농도에서 각각 0.377, 0.739, 1.446, 2.435의 환원력을 나타내었다. 삼채 추출물은 각각 0.059, 0.162, 0.317, 0.618로 농도가 증가할수록 환원력도 증가 하였다. 곤드레, 아로니아, 삼채 주정 추출물의 환원력 측정 결과, 최고농도 5 mg/mL에서 가장 높은 환원력을 보였다. 곤드레 추출물 2.519, 아로니아 추출물 2.435 및 삼채 추출물 0.618로 세 시료중에서는 곤드레 열수 추출물이 가장 높은 환원력을 나타내었다.

#### 5. FRAP(Ferric-reducing antioxidant power)

곤드레, 삼채 및 아로니아 주정 추출물의 FRAP 측정 결과는 Table 5에 나타내었다. 곤드레와 아로니아의 추출물은 0.625, 1.25, 2.5, 5 mg/mL 농도에서 각각 0.201, 0.359, 0.660, 1.238이었고, 아로니아 주정 추출물은 각각 0.170, 0.297, 0.533, 0.992 였다. 삼채의 경우 각각 0.083, 0.107, 0.150, 0.245의 FRAP 값을 나타내었다. 최고농도 5 mg/mL에서 곤드레 추출물은 1.238, 아로니아 추출물은 0.992, 삼채 추출물은 0.245 순으로 흡광도 값을 나타내었다. Park & Hong(2014)의 연구에서는 아로니아 열수 추출물에서는 가장 낮은 활성을 보였고, 상대적으로 50%의 에탄올 추출물에서 높은 활성을 보인

것으로 보고하였다.

#### 6. 곤드레, 삼채, 아로니아 주정 추출물의 세포 보호 효과

##### 1) 곤드레, 삼채, 아로니아 주정 추출물의 세포 생존율

Fig. 1에 제시된 곤드레 주정 추출물의 세포독성 생존율 측정결과, 62.5 µg/mL부터 최고농도 1,000 µg/mL까지 80% 이상의 생존율을 보여 세포독성이 없는 것으로 보여져, 500 µg/mL와 1,000 µg/mL의 농도로 곤드레 주정 추출물의 산화적 스트레스를 측정하였다. 관련 연구로 곤드레 부탄을 추출물이 간독성 경로에서 활성산소종 활성을 감소시킨다는 연구 결과가 있다(Lee 등 2008). 삼채 주정 추출물의 세포 생존율 측정결과, 31.25 µg/mL의 농도에서 세포 생존율이 53.35%, 15.625 µg/mL 농도에서 세포 생존율이 68.58%로 세포독성이 있는 것으로 보여지며 시료농도 2.5, 5 및 10 µg/mL에서는 85% 이상의 세포 생존력을 보여 독성이 없는 것으로 판단하였다. 따라서 삼채 주정 추출물은 10 µg/mL 이하의 농도로 제조하여 산화적 스트레스 개선효과를 측정하였다(Fig. 2). 아로니아 주정 추출물의 세포 생존율 측정결과, 500 µg/mL에서는 54.53%, 250 µg/mL에서 70.75%, 125 µg/mL에서 83.52%, 62.5 µg/mL에서 86.65%, 31.25 µg/mL에서 122.99%, 15.625 µg/

**Table 4. Reducing power of water extracts from *Cirsium setidens*, *Allium hookeri* and *Aronia melanocarp* (Absorbance700 nm)**

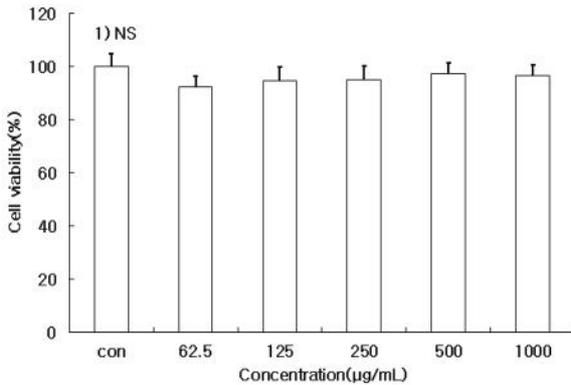
	Concentration (mg/mL)			
	0.625	1.25	2.5	5
<i>Cirsium setidens</i>	0.512±0.006 <sup>1)</sup>	1.050±0.010	2.052±0.022	2.519±0.077
<i>Allium hookeri</i>	0.059±0.035	0.162±0.006	0.317±0.003	0.618±0.013
<i>Aronia melanocarp</i>	0.377±0.017	0.739±0.024	1.446±0.060	2.435±0.087
	0.025	0.05	0.075	0.1
Ascorbic acid	0.363±0.016	0.754±0.010	1.184±0.011	1.692±0.007

<sup>1)</sup> Values are the mean±S.D.

**Table 5. Ferric-reducing antioxidant power of water extracts from *Cirsium setidens*, *Allium hookeri* and *Aronia melanocarp* (Absorbance, 593 nm)**

	FRAP			
	0.625	1.25	2.5	5
<i>Cirsium setidens</i>	0.201±0.006 <sup>1)</sup>	0.359±0.005	0.660±0.006	1.238±0.010
<i>Allium hookeri</i>	0.083±0.004	0.107±0.008	0.150±0.005	0.245±0.004
<i>Aronia melanocarp</i>	0.170±0.004	0.297±0.012	0.533±0.026	0.992±0.032
	0.025	0.05	0.075	0.1
Ascorbic acid	0.314±0.007	0.558±0.078	0.846±0.011	1.165±0.172

<sup>1)</sup> Values are the mean±S.D.

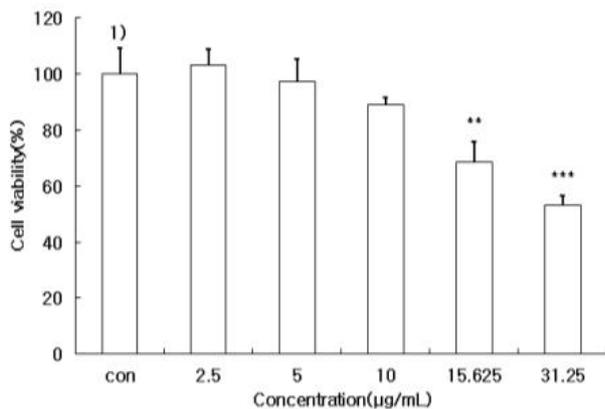


**Fig. 1. Cytotoxicity of water extract from *Cirsium setidens*.** <sup>1)</sup> Values are the mean±S.D. <sup>NS</sup>Not significantly different.

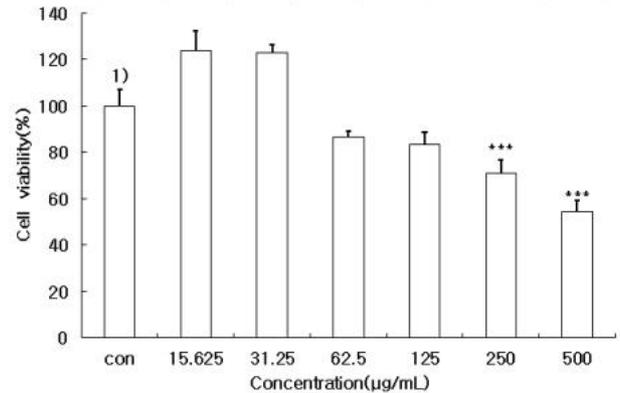
mL에서 123.74%의 생존율을 나타내었다(Fig. 3). 따라서 아로니아 주정 추출물은 125 µg/mL 이하의 농도로 제조하여 산화적 스트레스 개선효과를 측정하였다. Chang 등(2016)의 연구에서는 t-BHP로 산화적 스트레스를 유도한후 아로니아 혼합 음료의 농도별(25, 50, 100, 200 µg/mL) 산화적 손상에 대한 간세포 보호 효과를 보였다.

**2) 세포내 산화적 스트레스에 대한 보호 효과**

곤드레 주정 추출물이 sodium nitroprusside(NO donor)에 의해 산화적 스트레스를 받은 human HepG2세포에서 갖는 항산화 보호 효과는 Fig. 4에 나타내었다. 아무것도 처리하지 않은 무처리군(normal), SNP 단독 처리군(SNP) 그리고 대조군에 시료를 농도별로 처리한 실험군을 비교하였다. 그 결과, 무처리군의 세포 생존율은 100%로 나타냈으며 SNP를 처

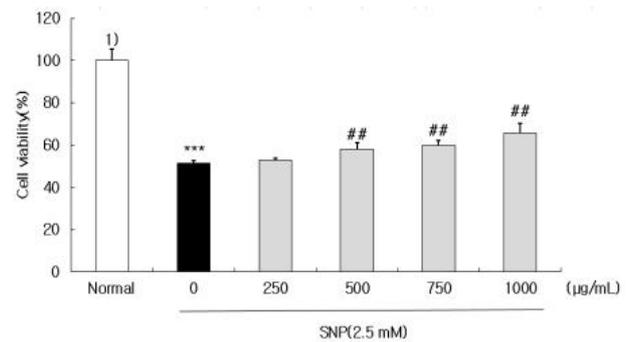


**Fig. 2. Cytotoxicity of water extract from *Allium hookeri*.** <sup>1)</sup> Values are the mean±S.D. <sup>\*\*</sup> $p < 0.01$ , <sup>\*\*\*</sup> $p < 0.001$  indicating significant differences from the control group.



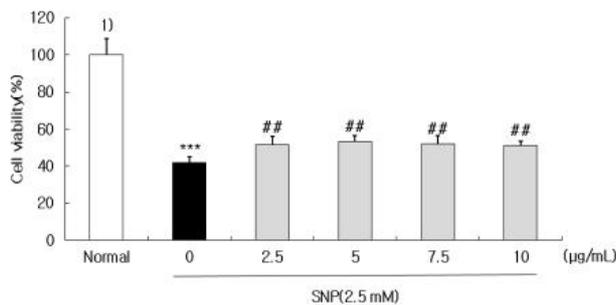
**Fig. 3. Cytotoxicity of water extract from *Aronia melanocarp*.** <sup>1)</sup> Values are the mean±S.D. <sup>\*\*\*</sup> $p < 0.001$  indicating significant differences from the control group.

리한 대조군은 51.36%로 무처리군 비해 세포생존율이 유의적으로 감소하였다. 그러나 곤드레 주정 추출물을 500 µg/mL, 750 µg/mL, 1,000 µg/mL의 농도로 처리한 결과 SNP 처리군에 비해 유의적으로 증가하여 산화적 스트레스로부터 세포를 보호하였다. Lee 등(2008)은 곤드레 추출물이 쥐의 간독성에 보호 효과가 있다고 보고한 바 있다. 삼채 주정 추출물의 세포 내 산화적 스트레스를 측정한 결과에서는 처리군의 세포 생존율은 100%로 나타냈으며, SNP를 처리한 대조군은 41.89%의 생존율을 나타내어 유의적으로 감소하였다. 삼채 주정 추출물을 2.5, 5, 7.5 및 10 µg/mL 처리한 결과 모든 시료 농도에서 50% 이상의 세포 생존력을 나타내어 SNP 대조군에 비해 유의적으로 증가하여 산화적 스트레스로부터 세포

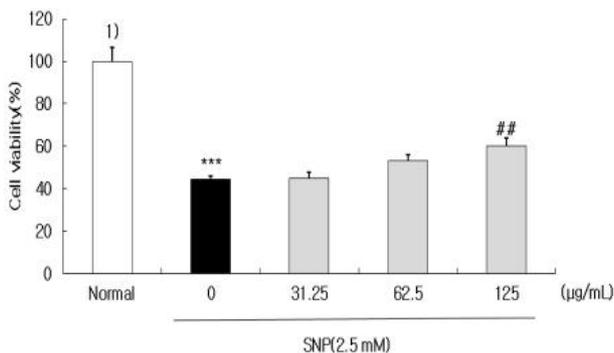


**Fig. 4. Effect of water extract from *Cirsium setidens* on the sodium nitroprusside(SNP)-induced oxidative stress in HepG2 cells.** <sup>1)</sup> Values are the mean±S.D. <sup>\*\*\*</sup> $p < 0.001$  indicating significant differences from the normal group. <sup>###</sup> $p < 0.01$  indicating significant differences from the SNP group.

를 보호하였다(Fig. 5). 아로니아 주정 추출물의 세포 내 산화적 스트레스를 측정된 결과는 무처리군에 비해 SNP를 처리한 대조군이 44.44%로 유의적으로 감소하였다(Fig. 6). SNP 처리한 대조군에 시료를 처리한 결과 시료 농도 125  $\mu\text{g/mL}$ 에서 60.11%의 세포생존율을 보였으며, 250  $\mu\text{g/mL}$ 의 시료 농도에서 70.85%의 생존력을 나타내어 세포를 보호하는 효과를 나타내었다. 아로니아로 제조한 음료를 투여한 250  $\mu\text{g/mL}$  처리 농도에서는 69.2%의 세포 생존율을 보여 산화 스트레스에 대해 세포 보호 효과가 있는 것으로 알려져 있다 (Chang 등 2016).



**Fig. 5. Effect of water extract from *Allium hookeri* on the sodium nitroprusside(SNP)-induced oxidative stress in HepG2 cells.** <sup>1)</sup> Values are the mean $\pm$ S.D. \*\*\* $p$ <0.001 indicating significant differences from the normal group. ## $p$ <0.01 indicating significant differences from the SNP group.



**Fig. 6. Effect of water extract from *Aronia melanocarp* on the sodium nitroprusside(SNP)-induced oxidative stress in HepG2 cells.** <sup>1)</sup> Values are the mean $\pm$ S.D. \*\*\* $p$ <0.001 indicating significant differences from the normal group. ## $p$ <0.01 indicating significant differences from the SNP group.

## 요약 및 결론

곤드레, 삼채, 아로니아는 우리나라를 비롯한 널리 식용으로 이용되고 있는 식품 중의 하나이며, 활성 효과 등의 연구가 다양하게 진행되고 있다. 본 연구는 우리나라에서 식용으로 이용되고 있는 곤드레, 삼채, 아로니아 추출물의 항산화 활성을 검색하고자 하였다. 연구 결과 곤드레, 아로니아 추출물의 총페놀 함량은 각각 41.20 mg/g 및 29.42 mg/g, 12.68 mg/g 순으로 나타나 곤드레 주정 추출물에서 가장 높은 페놀 함량을 나타내었다. 플라보노이드 함량은 각각 곤드레 7.17 mg/g, 아로니아 3.76 mg/g, 삼채 1.14 mg/g 순이었다. DPPH 라디칼 소거활성은, 모든 시료의 농도가 증가함에 따라 DPPH 라디칼 소거활성이 증가하는 경향을 보였으며, 최고농도 5 mg/mL에서 곤드레 추출물 86.66%, 아로니아 61.27%, 삼채 12.84%를 나타내어 곤드레 추출물이 가장 높은 DPPH 라디칼 소거활성 효과를 보였다. 곤드레, 아로니아 및 삼채 주정 추출물의 ABTS 라디칼 소거활성 결과는 농도가 증가함에 따라 라디칼 소거활성도 증가하는 경향을 나타내었다. 곤드레 주정 추출물은 최고농도 0.25 mg/mL에서 81.58%의 소거활성을 나타내었으며, 삼채 및 아로니아 주정 추출물은 최고농도 1 mg/mL에서 각각 32.30%, 94.98% 라디칼 소거활성을 나타내어 곤드레 주정 추출물이 가장 높은 ABTS 라디칼 소거활성을 나타내었다. 환원력은 최고농도 5 mg/mL에서 곤드레 주정 추출물 2.519, 아로니아 주정 추출물 2.435 및 삼채 주정 추출물 0.618로 곤드레 주정 추출물이 가장 높은 환원력을 나타내었으며, FRAP 측정 결과 또한 최고농도 5 mg/mL에서 곤드레 주정 추출물은 1.238, 아로니아 주정 추출물은 0.992, 삼채 주정 추출물은 0.245 순으로 흡광도 값을 나타내었다. 이와 같이 세 종류 시료간의 비교에서 곤드레, 아로니아, 삼채 순으로 항산화 활성을 보였으며, 농도는 고농도에서 높은 활성 효과를 나타내었다. 세포보호 효과 결과에서는 곤드레 주정 추출물을 500  $\mu\text{g/mL}$ , 750  $\mu\text{g/mL}$ , 1,000  $\mu\text{g/mL}$ 의 농도, 삼채 주정 추출물을 2.5, 5, 7.5 및 10  $\mu\text{g/mL}$  농도, 아로니아의 경우 125  $\mu\text{g/mL}$ 와 250  $\mu\text{g/mL}$ 에서 세포보호 효과를 나타내었다. 따라서 이러한 연구 결과를 활용한 다양한 기능성 식품 개발의 기초 자료로 활용되기를 기대한다.

## References

- Bae GC, Bae DY. 2012. The anti-inflammatory effects of ethanol extract of *Allium hookeri* cultivated in South Korea. *Korean J Herbology* 27:55-61
- Baek JP. 2020. Comparisons of concentration in functional and volatile components of several wild baby vegetables. *J Agric*

- Life Environ Sci* 31:11-19
- Benzie IFF, Strain JJ. 1999. Ferric reducing/antioxidant power assay: Direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. *Methods Enzymol* 299:15-27
- Chang BY, Oh JS, Han JH, Kim DE, Hong JH, Kim SY. 2016. Protective effect of STAR of STAR series on CCl<sub>4</sub> induced acutehepatotoxicity by regulation of reactive oxygen species. *Korean J Food Preserv* 23:275-282
- Choi HY, Ryu HS. 2015. Antioxidant and anticancer effects of water extract from *Pleurotus ostreatus*. *Korean J Food Nutr* 28:60-65
- Choi JS, Lee JH, Park HJ, Kim HG, Young HS, Mun SI. 1993. Screening for antioxidant activity of plants and marine algae and its active principles from *Prunus davidiana*. *Korean J Pharmacogn* 24:299-303
- Gutfinger T. 1981. Polyphenols in olive oil. *J Am Oil Chem Soc* 58:966-968
- Han X, Choi SI, Kim MJ, Lee OH. 2019. Evaluation of antioxidant and cognition improvement effects of 10 wild vegetables cultivated in Gangwon province. *Korean J Food Nutr* 32:662-668
- Hwang ES, Thi Nhuan Do. 2014. Antioxidant contents and antioxidant activities of hot-water extracts of aronia (*Aronia melanocarpa*) with different drying methods. *Korean J Food Sci Technol* 46:303-308
- Jankowski A, Niedworok J, Jankowska B. 1999. The influence of *Aronia melanocarpa* Elliot on experimental diabetes in the rats. *Herba Polonica* 45:345-353
- Jeong JM. 2008. Antioxidative and antiallergic effects of aronia (*Aronia melanocarpa*) extract. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37:1109-1113
- Kim CH, Lee MA, Kim TW, Jang JY, Kim HJ. 2012. Anti-inflammatory effect of *Allium hookeri* root methanol extractin LPS-induced RAW264.7 cells. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41:1645-1648
- Kim DS. 2014. Quality characteristics and storage stability of beef patty with the addition of juumyit (*Allium hookeri*) powder. Master's Thesis, Sookmyung Univ. Seoul. Korea
- Kim HJ, Bae JT, Lee JW, Hwangbo MH, Im HG, Lee IS. 2005. Antioxidant activity and inhibitive effects on human leukemia cells of edible mushrooms extracts. *Korean J Food Preserv* 12:80-85
- Kim T, Lee J, Jyeong GH, Kim TH. 2016. Inhibitory effect of advanced glycation end products forducts formation and free radical scavenging activity of *Cirsium setidens*. *Korean J Food Preserv* 23:283-289
- Kwon KH, Lim HK, Chung MJ. 2014. Neuroprotective effects of bread containing *Cirsium setidens* or *Aster scaber*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43:829-835
- Lee HJ, Baik JE, Joo NM. 2014a. Quality characteristics and storage stability of bread with *Allium hookeri* root. *Korean J Food Nutr* 27:318-329
- Lee OK, Kim JH, Kim YH, Lee YJ, Lee JS, Jo JH, Kim BG, Lim JK, Lee BY. 2014b. Nutritional components and physiological activities of *Cirsium setidens* Nakai. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43:791-798
- Lee SH, Heo SI, Li L, Lee MJ, Wang MH. 2008. Antioxidantand hepatoprotective activities of *Cirsium setidens* NAKAI against CCl<sub>4</sub>-induced liver damage. *Am J Chin Med* 36:107-114
- Lee SH, Jin YS, Heo SI, SI Shim TH, Sa JH, Chio DS, Wang MH. 2006. Composition analysis and antioxidative activity from different organs of *Cirsium setidens* Nakai. *Korean J Food Sci Technol* 38:575-576
- Lee YL, Hwang GW, Liang ZC, Mau JL. 2007. Antioxidant properties of three extracts from *Pleurotus citrinopileatus*. *LWT Food Sci Technol* 40:823-833
- Moreno MIN, Isla MI, Sampietro AR, Vattuone MA. 2000. Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. *J Ethnopharmacol* 71:109-114
- Niedworok J, Jankowska B, Kowalczyk E, Charyk K, Kubat Z. 1997. Antiulcer activity of anthocyanin from *Aronia melanocarpa* Elliot. *Herba Polonica* 43:222-227
- Noh H, Lee H, Kim E, Mu L, Rhee YK, Cho CW, Chung J. 2013. Inhibitory effect of a *Cirsium setidens* extracts on hepatic fat accumulation in mice fed a high-fat diet via the induction of fatty acid  $\beta$ -oxidation. *Biosci Biotechnol Biochem* 77:1424-1429
- Oh HT, Chung MJ, Ham SS. 2009. Anticancer activity on ethanolic extract of the masou salmon (*Oncorhynchus masou*) in vitro and in vivo. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38:142-145
- Oyaizu M. 1986. Stduies on products of browning reactions: sntioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Jpn J Nutr* 44:307-315

- Park HM, Hong JH. 2014. Physiological activities of *Aronia melanocarpa* extracts on extraction solvents. *Korean J Food Preserv* 21:718-726
- Park MH, Oh KY, Lee BW. 1998. Anti-cancer activity of *Lentinus edoeds* and *Pleurotus ostreatus*. *Korean J Food Sci Technol* 30:702-708
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannalal A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biol Med* 26:1231-1237
- Sueiro L, Yousef GG, Seigler D, De Mejia EG, Grace MH, Lila MA. 2006. Chemopreventive potential of flavonoid extracts from plantation-bred and wild *Aronia melanocarpa* (black chokeberry) fruits. *J Food Science* 71:C480-C488
- Tanaka T, Tanaka A. 2001. Chemical components and characteristics of black chokeberry. *J Jpn Soc Food Sci Technol* 48:606-610
- Yu KW. 2020. Antioxidant activity of fermented arronia residues with lactic acid bacteria and yeast. *J Biotechnol Bioindustry* 8:30-37

---

Received 07 April, 2024  
Revised 13 August, 2024  
Accepted 14 August, 2024