

## 미성숙 목화다래 메탄올 추출물의 항산화 효능 평가

박희정, 이기영<sup>1\*</sup>

전남대학교 향장품화학동과정, <sup>1</sup>전남대학교 응용화학공학부

## Evaluations on Antioxidant Effect of Methanol Extract from Immature Cotton Boll

Hee-Jeong Park and Ki-Young Lee<sup>1\*</sup>

Interdisciplinary Program of Perfume and Cosmetics, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

<sup>1</sup>Faculty of Applied Chemical Engineering, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

**Abstract** - The results of the content of total polyphenol and flavonoid, DPPH (1-1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl) radical scavenging activity, ABTS [2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid)] radical scavenging activity, nitrite scavenging activity and SOD-like activity of methanol extracts from immature cotton boll are follows. The contents of total polyphenol and flavonoid compound were higher in small size cotton boll, and DPPH and ABTS radical scavenging activity also showed a relatively high activity in the small size. These results indicate that there is a correlation between phenol content and DPPH radical scavenging, ABTS radical scavenging. The test concentrations of immature cotton boll extract for measuring DPPH and ABTS radical scavenging activities were set as 1.25, 2.5, 5, 10 and 20 mg/ml. Immature cotton boll has high radical scavenging activity at the concentration of 1.25~20 mg/ml and the result showed a tendency to increase in a concentration-dependent. The nitrite scavenging activity showed high activity in the pH 1.2, and the result in the pH 4.2 showed progressively less active, and in the pH 6.0 near neutral was confirmed that does not affect the nitrite scavenging. In addition, SOD-like activity showed somewhat lower activity compared with ascorbic acid, but tended to be higher when compared with the results of the other natural substances. Through this experiment, we confirmed that immature cotton boll was excellent antioxidant activity. Therefore, it is demonstrated that the cotton suggest the possibility of development of new material for cosmetic product or functional food in the future, and is expected to make a greater usability.

**Key words** - Polyphenol, Flavonoid, DPPH radical scavenging, ABTS radical scavenging, Nitrite scavenging activity, SOD-like activity

### 서 언

현대는 급속하게 사회가 발달해감에 따라 삶의 질을 높이기 위한 노력이 다양한 분야에서 펼쳐지고 있으며, 그 중에서도 천연물이나 한방제제 및 각종 식물성 소재로부터 기능성 물질을 탐색하기 위한 많은 연구들이 행해지고 있다 (Lee *et al.*, 2012). 그 중에서도 인체 노화의 주범이 되는 활성산소종(reactive oxygen species, ROS)을 방어하기 위한 방법의 하나로 항산화에 관련된 연구들이 다수를 이루며 (Kim *et al.*, 2011), 건강 기능성과 관련된 생활 필수품, 식

품, 화장품 등이 다양하게 개발되고 있다(Lee *et al.*, 2003). 일반적으로 활성산소 생성을 막기 위한 butylated hydroxytoluene (BHT), butylated hydroxyanisole(BHA), propyl gallate (PG)등의 합성 항산화 물질들이 이용되어 왔는데 (Davies, 1995), 체내에 흡수된 후 독성화나 발암 가능성 (Chance *et al.*, 1979) 등의 문제가 야기되어 사용이 제한을 받고 있어서 안전성과 기호성이 문제가 되지 않는 천연 항산화제의 개발이 요구된다. 우리나라의 산야에는 이용 가능한 약용식물이 약 900여종 분포하고 있는 것으로 알려져 있으며(Hwang *et al.*, 2011), 이 중에서 목화는 천연 면실유 및 천연 솜의 개발에 힘입어 농가에서 재배되고 있다. 목화는 아욱과(Malvaceae), 목화속(*Gossypium*)에 속하는

\*교신저자(E-mail) : kilee@chonnam.ac.kr

식물로(Kim, 1962) 인도가 원산지이며 7월경에 개화한 뒤에 열매인 다래를 맺게 되며 다래부위가 벌어지면서 솜이 피어나는 개서 과정을 거치게 된다. 목화의 성분은 gossypol, flavonoid, phenolic acids, salicylic acid betaine, saponin 등 다양한 성분들이 분석(Kim, 1998) 되었으며, 예로부터 세균성 하리, 상처소독 등에 민간요법으로 사용되어 왔고 (Bae, 2000), 항염증(Sen *et al.*, 1995) 및 항균, 항바이러스 (Miles *et al.*, 1990) 등의 작용을 가지는 것으로 밝혀졌다. 그 동안 목화다래는 주로 솜을 생산하는 기관으로 여겨져 왔는데, 최근에 와서 미성숙한 다래의 성분 및 그 효능을 분자수준에서 규명하고 생리활성을 연구하는 시도들이 일부 행해지고 있지만, 다래의 크기 및 부위에 따른 항산화능에 대한 연구는 미흡한 실정이라서 본 연구에서는 미성숙 목화다래의 크기에 따른 항산화능을 비교 분석함으로써 목화의 활용성을 확대하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 시료의 제조

본 실험에서 사용된 미성숙 목화다래는 전남 곡성 검면 지역에서 재배한 것을 구입하여 흐르는 물에 세척하고 크기 별로 선별하였다(Table 1). 과육을 제거한 다래를 -80°C에서 24시간 급속 냉동시킨 후 진공동결건조기에서 건조시켜 마쇄한 후 본 실험의 최저농도인 1,250 ppm에서 20,000 ppm까지 메탄올에 희석 용해하고, sonication (30min) 처리하여 24시간 침지시킨 다음 5,000 rpm에서 30분 원심분리하고 상등액을 취하여 실험에 사용하였다.

### 시약 및 기기

시료의 용매인 메탄올과 distilled water(D,W) 등은 시약용 1급(Duksan Pure Chemical .Co., Ltd., Ansan, Korea)을 사용하였고, 항산화능 실험에 사용된 시약인 DPPH (1-1-

diphenyl-2-picryl-hydrazyl), Folin-Denis reagent, ABTS [2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)] 등은 Sigma사(SIGMA-ALDRICH Chemical, Co. USA)에서 구입하여 사용하였다. SOD(superoxide dismutase like activity) 측정 시약은 DOJINDO사(DOJINDO Molecular Technologies, Inc. USA) 제품을 구입하여 사용하였다. 흡광도는 분광광도계(Shimadzu, JP/UV-160A), ELISA Reader (BioTek, USA)를 이용하여 측정하였다.

### 총 폴리페놀 화합물 측정

총 폴리페놀 화합물 측정은 Folin-Denis법(Swain *et al.*, 1959)에 의하여 비색정량 하였다. 농도 별 시료 400 ul에 같은 양의 Folin-Denis 용액을 가하여 3분간 반응시킨 후 2% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 400 ul를 혼합하여 1시간 암실에서 반응시킨 후 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 검량선은 tannic acid를 표준물질로 하여 검량선을 작성하고 총 폴리페놀 화합물 함량을 mg/g tannic acid로 나타내었다.

### 총 플라보노이드 함량 측정

총 플라보노이드 함량 측정은 Nivea *et al.*(2000)의 방법을 변형하여 측정하였다. 농도별 시료액 0.1mL와 1N-NaOH 0.1mL를 혼합한 후 diethylene glycol 2mL를 혼합하고 37°C에서 1시간 동안 반응시킨 후 420nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 quercetin을 이용하여 검량선을 작성하고 총 플라보노이드 함량을 mg/g quercetin으로 나타내었다.

### DPPH radical 소거능 측정

목화다래 과피 메탄올추출물의 DPPH radical 소거능은 Blois(1958)방법을 변형하여 측정하였다. 농도별 시료용액 500 μL와, 1,1-diphenyl-2 picrylhydrazyl (DPPH)를 ethanol에 0.15 mM 농도로 용해시킨 DPPH용액 2 mL을 혼합한 후 10초간 vortexing하여 25°C에서 30분간 반응시킨 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여능은 시료 첨가군과 무첨가군의 흡광도 차이를 백분율로 나타내었으며, 대조군으로 ascorbic acid를 사용하였다.

### 아질산염 소거능 측정

목화다래 과피 메탄올추출물의 아질산염 소거측정은 Kato *et al.*(1987)의 방법을 응용하여 측정하였다. 먼저 1 mM NaNO<sub>2</sub> 20 ul에 시료 추출물 40 ul와 0.1N HCL(pH 1.2)와

Table 1. Size screening of cotton boll

| Sample          | Weight (g)    |
|-----------------|---------------|
| CL <sup>z</sup> | 13.01 - 18.56 |
| CM              | 10.01 - 13.0  |
| CS              | 6.65 - 10.0   |

<sup>z</sup>CL: cotton boll large size, CM: cotton boll medium size, CS: cotton boll small size.

0.2M citrate buffer (pH 4.2, 6.0)를 140 ul를 혼합하여 부피를 200 ul로 맞추었다. 이 반응액을 37°C 항온수조에서 1시간 동안 반응 시킨 후 2% acetic acid 1000 ul와 Griess 시약(30% acetic acid로 조제한 1% sulfanilic acid와 1% naphthylamine을 1:1 비율로 혼합, 사용직전에 조제) 80 ul를 가하여 혼합시키고 상온의 암소에서 15분 반응 시킨 후 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구로는 Griess 시약 대신 증류수를 가하여 상기와 동일한 방법으로 측정하였다.

### ABTS radical 소거능 측정

ABTS[2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)] 소거활성은 Re *et al.*(1999)의 방법을 변형하여 측정하였다. 먼저 7mM ABTS와 2.45mM potassium persulfate를 증류수에 용해한 후 16시간 동안 암소에 방치하여 ABTS cation radical을 형성시킨 후 이 용액을 734nm에서 흡광도 값이  $0.700 \pm 0.002$ 가 되도록 80% 에탄올로 희석하였다. 희석된 ABTS 용액 950 ul에 농도별 시료 추출물 50 ul를 가하여 5분 동안 반응 시킨 후 734 nm에서 흡광도의 변화를 측정하였으며 ABTS radical 소거능은 시료 첨가 전후의 흡광도 차이를 백분율로 나타내었다. 대조군은 시료를 첨가하지 않은 blank의 흡광도 값으로 비교하였다.

### SOD 유사 활성 측정

SOD 효소 유사 활성 측정을 위한 효소액은 시료 0.5 g에 Extract Buffer [100 mM K-PO4 buffer(pH7.5), 100 mM EDTA, 1% PVP, 100 mM PMSF] 2 mL로 균질화하여 5,000 rpm으로 20분간 원심분리하여 상등액을 사용하였다. 효소 활성 측정 시약은 분석용 Kit(SOD Assay Kit-WST, DOJINDO Molecular Technologies, Inc. USA.)를 사용하여 측정하였다. 즉, SOD 효소활성이 NBT(Nitroblue tetrazolium)의 환원을 저해하는 능력을 검정하는 photochemical NBT method를 사용하였다. 반응액은 50 mM carbonic buffer(pH 10.2) 0.1 mM EDTA, 0.1 mM Xanthine, 0.025 mM NBT로 하였으며, NBT환원 저해율을 흡광도 450 nm에서 측정하였다.

### 통계분석

모든 실험은 3회 이상 반복하였으며, 실험결과는 평균값과 표준편차(standard deviation, SD)로 표시하였다. 대조군과 실험군 사이의 통계학적 유의성 검증은 Student's t-test로 비교하였으며 *p*가 0.05이하일 때 유의한 것으로 하였다.

## 결과 및 고찰

### 총 폴리페놀 화합물

폴리페놀 화합물은 식물계에 존재하는 대표적인 항산화 물질로서 다양한 구조와 분자량을 가지며 단백질 및 거대분자들과 쉽게 결합할 수 있는 phenolic hydroxyl기를 가지고 있어서 항산화 및 항암 등의 다양한 생리활성 기능을 갖는다(Kuhnau, 1976). Tannic acid를 표준물질로 측정하는 총 폴리페놀 화합물의 함량은 대, 중, 소의 크기별로 각각  $80.44 \pm 2.38$ ,  $107.11 \pm 4.59$ ,  $119.89 \pm 7.26$  mg/g으로 나타났으며, 크기가 작을수록 폴리페놀 함량이 높아짐을 확인하였다(Table 2). 감잎 추출물(Jung and Jeong, 2012)의 경우, 채취시기에 따라 항산화 활성이 다르게 나타났는데, 이는 생장이 진행될수록 페놀성 화합물 함량이 감소하는 본 실험의 결과와 유사하였다.

### 총 플라보노이드 함량

플라보노이드는 관속식물에 존재하는 노란색계열의 항산화 물질이며 약 4000여 개의 화합물로 이루어진 광범위한 화합물이다. 이러한 물질은 체내에서 순환기계 질환의 예방, 항염증, 항알레르기 등의 효과가 있고(Kawaguchi *et al.*, 1997), 모세관의 투과성이나 염증반응 시 세포의 분비과정, 효소의 활성억제 등의 기능을 하며, free radical을 억제하는 항산화제 역할을 한다(Middleton and Kandaswami, 1994). 목화다래 메탄올 추출물의 총 플라보노이드 함량을 측정된 결과 대, 중, 소의 크기별로 각각  $9.57 \pm 1.17$ ,  $16.33 \pm 1.28$ ,  $19.76 \pm 2.81$  mg/g으로 나타나 크기가 작을수록 높은 플라보노이드의 함량을 확인하였다(Table 2).

Table 2. Total polyphenol and flavonoid contents of cotton boll extracts

| Sample          | Total polyphenol (mg/g TAEz) | Total flavonoid (mg/g QE ) |
|-----------------|------------------------------|----------------------------|
| CL <sup>y</sup> | $80.44 \pm 2.38^{**}$        | $9.57 \pm 1.17^{**}$       |
| CM              | $107.11 \pm 4.59^*$          | $16.33 \pm 1.28$           |
| CS              | $116.89 \pm 7.26^{**}$       | $19.76 \pm 2.81^{**}$      |

<sup>z</sup>TAE: tannic acid equivalent, QE: quercetin equivalent.

<sup>y</sup>CL: cotton boll large size, CM: cotton boll medium size, CS: cotton boll small size.

<sup>x</sup>All values are mean  $\pm$  SD of triplicate determinations.

Asterisk indicates a significant difference at <sup>\*\*</sup>*p* < 0.01, <sup>\*</sup>*p* < 0.05 level.

Table 3. DPPH radical scavenging abilities of cotton boll extracts

| Sample          | DPPH radical scavenging ability, % of control |                |                |                |                |
|-----------------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                 | Concentration (mg/ml)                         |                |                |                |                |
|                 | 20  | 10             | 5              | 2.5            | 1.25           |
| CL <sup>z</sup> | 85.38 ± 1.24**                                | 75.74 ± 1.34** | 59.48 ± 1.28** | 44.93 ± 1.57** | 34.57 ± 1.29** |
| CM              | 87.25 ± 2.66*                                 | 81.58 ± 0.90** | 55.37 ± 2.17** | 44.79 ± 2.29** | 36.46 ± 1.78** |
| CS              | 87.21 ± 1.87*                                 | 87.24 ± 2.61*  | 84.80 ± 1.95** | 73.22 ± 1.0**  | 55.19 ± 2.30** |
| AAy             | 97.40 ± 0.03                                  | 97.30 ± 0.03   | 97.30 ± 0.03   | 96.90 ± 0.04   | 94.80 ± 0.07   |

<sup>z</sup>CL: cotton boll large size, CM: cotton boll medium size, CS: cotton boll small size.

<sup>y</sup>AA: ascorbic acid.

<sup>x</sup>All values are mean ± SD of triplicate determinations.

Asterisk indicates a significant difference at \*\*p < 0.01, \*p < 0.05 level.

**DPPH radical 소거능**

전자공여능 측정 방법은 활성 radical에 전자를 공여하여 산화를 억제 하는 정도를 측정하는 방법으로 ascorbic acid 등과 같은 항산화 물질에 의해 DPPH의 짙은 보라색이 환원되어 탈색되는 정도를 통하여 항산화 효능을 알아내는 방법이다. 목화다래 과피 메탄올 추출물의 항산화 활성을 측정하기 위한 전자공여능의 측정은 본 실험의 최저농도인 1.25 mg/ml에서 대, 중, 소의 크기별로 34.57 ± 1.29, 36.46 ± 1.78, 55.19 ± 2.30%의 소거능을 보였으며, 최고농도인 20 mg/ml에서 각각 85.38 ± 1.24, 87.25 ± 2.66, 87.21 ± 1.87%로 측정되어 대조군인 ascorbic acid의 측정값인 97.40 ± 0.03%와 비교하여도 비교적 높은 소거활성 값을 나타냄을 알 수 있었다(Table 3). 이러한 결과는 시료의 페놀성 화합물 함량에 비례하여 DPPH radical의 소거능이 높아진다는 다른 보고와 일치하였다(Kwak *et al.*, 2005).

**아질산염 소거능 측정**

목화다래 메탄올추출물을 각각 pH 1.2, 4.2, 6.0에서 반응시킨 후 아질산염 소거능을 측정하였다(Table 4). 목화다래 메탄올 추출물의 아질산염 소거능은 대, 중, 소의 크기 별로 각각 pH 1.2일 때 55.84 ± 4.14, 52.95 ± 3.06, 28.62 ± 5.15%의 소거능을 보였으며, pH 4.2에서는 45.99 ± 5.62, 36.09 ± 5.18, 19.5 ± 6.14%의 결과가 나타났으나 pH 6.0에서는 시료의 아질산염에 대한 소거능이 없는 것으로 확인되었다. 목화다래 메탄올 추출물은 pH가 낮을수록 소거능이 높아지는 결과를 보였으며, 이는 Gray와 Dugan(1975)의 연구와 일치하는 결과로서, nitrite는 아민류와 반응하여 nitrosoamine의 발암물질을 형성하는 과정에서 pH가 낮을

Table 4. Nitrite scavenging activities of cotton boll extracts

| Sample          | Nitrite scavenging activity (%) |                |                 |
|-----------------|---------------------------------|----------------|-----------------|
|                 | pH 1.2                          | pH 4.2         | pH 6.0          |
| CL <sup>z</sup> | 55.84 ± 4.14**                  | 45.99 ± 5.62** | ND <sup>y</sup> |
| CM              | 52.95 ± 3.06**                  | 36.09 ± 5.18*  | ND              |
| CS              | 28.62 ± 5.15**                  | 19.53 ± 6.14** | ND              |

<sup>z</sup>CL: cotton boll large size, CM: cotton boll medium size, CS: cotton boll small size.

<sup>y</sup>ND: not detected.

<sup>x</sup>All values are mean ± SD of triplicate determinations.

Asterisk indicates a significant difference at \*\*p < 0.01, \*p < 0.05 level.

수록 반응속도가 빠르기 때문에 시료의 크기와 상관없이 pH 1.2에서의 소거능이 가장 높게 나타난 것으로 사료된다.

**ABTS radical 소거능**

항산화 효능 측정에서 DPPH radical의 소거측정과 더불어 많이 사용되는 ABTS radical의 소거측정은 ABTS와 potassium persulfate와의 반응으로 특유의 청록색을 띄게 되며 항산화제를 첨가함에 따라 연한 녹색으로 탈색되는 정량법으로 ABTS radical 양이온 탈색 정량법이라고 한다 (Prior *et al.*, 2005). radical의 소거측정은 대, 중, 소의 크기별로 본 실험의 최저농도인 1.25 mg/ml에서 16.39 ± 2.17, 22.89 ± 2.16, 47.30 ± 3.24%의 소거능을 보였으며, 최고 농도인 20 mg/ml에서 각각 97.1 ± 0.74, 97.96 ± 0.63, 99.43 ± 0.19%의 측정결과가 확인되어 시료의 농도가 높아질수록 소거능이 유의하게 높아짐을 확인하였다(Table 5). Kim *et al.*(2009)의 연구에서 송이즙 1 mg/ml에서 7.0%,

Table 5. ABTS radical inhibition activities of cotton boll extracts

| Sample | ABTS radical scavenging activity, % of control |              |              |              |              |
|--------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|
|        | Concentration (mg/ml)                          |              |              |              |              |
|        | 20   | 10           | 5            | 2.5          | 1.25         |
| CLz    | 97.1±0.74**                                    | 92.89±1.35** | 43.64±2.14*  | 29.15±2.22** | 16.39±2.17** |
| CM     | 97.96±0.63                                     | 93.99±2.44** | 47.38±2.19** | 31.63±1.38*  | 22.89±2.16** |
| CS     | 99.43±0.19**                                   | 95.55±0.48** | 94.37±6.07*  | 73.97±2.39** | 47.30±3.24** |

<sup>z</sup>CL: cotton boll large size, CM: cotton boll medium size, CS: cotton boll small size.

<sup>y</sup>All values are mean ± SD of triplicate determinations.

Asterisk indicates a significant difference at \*\*p < 0.01, \*p < 0.05 level.

Table 6. SOD-like activities of cotton boll extracts

| Sample          | SOD-like activity (%) |                |                |                |                |
|-----------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                 | Concentration (mg/ml) |                |                |                |                |
|                 | 20                    | 10             | 5              | 2.5            | 1.25           |
| CL <sup>z</sup> | 28.59 ± 1.06**        | 27.45 ± 0.50** | 26.94 ± 0.46** | 17.33 ± 0.91** | 16.36 ± 1.05** |
| CM              | 45.63 ± 3.24**        | 42.27 ± 3.38** | 42.54 ± 0.74** | 24.89 ± 3.02** | 22.45 ± 1.11** |
| CS              | 50.77 ± 0.52**        | 50.38 ± 1.36** | 49.26 ± 1.06** | 32.06 ± 0.27** | 18.95 ± 1.49*  |
| AA <sup>y</sup> | 93.13 ± 1.0           | 92.34 ± 1.74   | 91.32 ± 1.11   | 90.52 ± 0.84   | 88.47 ± 1.25   |

<sup>z</sup>CL: cotton boll large size, CM: cotton boll medium size, CS: cotton boll small size.

<sup>y</sup>AA: ascorbic acid.

<sup>x</sup>All values are mean ± SD of triplicate determinations.

\*p < 0.05, \*\*p < 0.01; significantly different from the control and experiment group.

Asterisk indicates a significant difference at \*\*p < 0.01, \*p < 0.05 level.

10 mg/ml에서 81.7%의 활성을 보였다는 결과보다 목화다래 추출물의 소거능이 높게 나타났다. 또한 1 mg/ml에서 10 mg/ml까지의 소거활성값이 20.4%~83.3%로 점진적으로 높아지는 결과를 나타낸 자화지정 메탄올 추출물(Ko, 2012)의 연구 및 썩부쟁이 메탄올 추출물의 36.7~93.7% (Bae and Kim, 2009)와도 유사한 결과를 나타내었다.

### SOD 유사 활성

생체 내에 존재하는 항산화 효소인 SOD(superoxide dismutase)는 신체의 산화적 손상을 막고 노화를 억제하며 자유 라디칼을 근본적으로 제거하는 것으로 알려져 있으며, 현재 항염증제나 피부노화방지를 위한 화장품 재료 등에 이용되고 있다(Bryan *et al.*, 2000; Donnelly *et al.*, 1989). 또한 체내에 활성산소가 과다 생성되었을 때에 다른 항산화제보다 자유라디칼의 제거에 우수한 효과를 나타내어(Kim *et al.*, 2011) 활성산소와 SOD반응의 특이성은 라

디칼의 관련여부의 증명지표로 활용된다(Ko, 2012). 목화다래 메탄올 추출물의 SOD 유사활성을 측정한 결과, 1.25 mg/ml에서 대, 중, 소의 크기별로 각각 16.36 ± 1.05, 22.45 ± 1.11, 18.95 ± 1.49%의 활성능을, 최고농도인 20 mg/ml에서는 각각 28.59 ± 1.06, 45.63 ± 3.24, 50.77 ± 0.52%의 활성능을 나타내었다(Table 6). 대조군인 ascorbic acid가 1.25 mg/ml 농도에서 88.47 ± 1.25%, 20 mg/ml 농도에서 93.13 ± 1.0%의 높은 활성능을 나타낸 것에 비해 낮은 활성을 보였지만, 농도가 증가함에 따라 대조군인 ascorbic acid의 31%에 이르는 활성능이 나타나 같은 대조군을 이용한 흰색 양송이 버섯(Lim *et al.*, 2007)의 22.3% 그리고 BHT 대조군을 이용한 산사자 추출물(An and Lee, 2002)의 12%보다 상대적으로 높은 활성을 보였다. 그러나 catechin으로 비교한 소리쟁이 추출물(Rhim *et al.*, 2012)의 78.9%보다는 낮은 활성을 나타냈다.

## 적 요

본 연구에서는 미성숙 목화다래 추출물의 항산화능을 알아보기 위해 다래를 크기별로 구분하여 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량과 DPPH radical의 소거능, 아질산염 소거능, ABTS radical 소거능 및 SOD 유사활성을 측정하였다. 추출물의 페놀성 화합물과 플라보노이드 함량은 목화다래의 크기가 작을수록 높게 나타났으며, DPPH radical 소거능 및 ABTS radical의 소거능 또한 작은 크기에서 상대적으로 높은 활성을 보였다. 이는 다른 선행연구들과서와 같이 페놀함량이 높은 실험군에서 DPPH radical 소거능과 ABTS radical 소거능이 높게 나타나 유의성을 확인하였다. 아질산염 소거능은 인체 위 내부환경과 같은 pH 1.2에서는 높은 활성을 보이다가 pH 4.2에서는 점차로 활성이 떨어지는 결과를 보였으며, 중성에 가까운 pH 6.0에서는 아질산염 소거에 영향을 미치지 못하는 것으로 확인되었다. 또한 SOD 유사활성은 대조군인 ascorbic acid에 비하면 낮은 활성이었지만, 기 보고된 다른 천연물들의 효소활성과 비교하였을 때 더 높거나 비슷한 결과를 나타냈다. 이와 같이 본 실험을 통해 미성숙 목화다래의 뛰어난 항산화 활성을 확인할 수 있었으며, 이는 향후 화장품이나 기능성 식품 등에 있어서 새로운 소재개발의 가능성을 시사해주는 것으로서, 그동안 주로 천연 속의 생산을 위해 재배되어왔던 목화의 제한적 활용성을 더욱 다양하게 해줄 것으로 기대된다.

## 인용문헌

- An, B.J. and J.T. Lee. 2002. Studies on biological activity from extract of *Crataegi Fructus*. J. Kor. Herbology 17:29-38 (in Korean).
- Bae, J.S. and T.H. Kim. 2009. Acetylcholinesterase inhibitory and antioxidant properties of *Aster yomena* extract. Kor. J. Herbology 24(4):121-126 (in Korean).
- Bae, K.H. 2000. The Medical Plants of Korea. Kyo-Hak publishing Co., Seoul, Korea. p. 332 (in Korean).
- Blois, M.S. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature 181:1199-1204.
- Bryan, D.M., J. Murnaghan, K.S. Jones and S.R. Bowley. 2000. Iron superoxide dismutase expression in transgenic alfalfa increase winter survival without a detectable increase in photo-synthetic oxidative stress tolerance. Plant Physiol. 122:1427-1438.
- Chance, B., H. Sies and A. Boveris. 1979. Hydroperoxide metabolism in mammalian organs. Physiol. Rev. 59:527-605.
- Davies, K.J.A. 1995. Oxidative stress: The paradox of aerobic life. In Free Radicals and Oxidative Stress: Environment, Drugs and Food Additives, Rice-Evans C., B. Halliwell and G. Lunt (eds.), Biochemical Society Symposium. Portland Press, London, UK. pp. 1-31.
- Donnelly, J.K., K.M. McLellan, J.K. Walker and D.S. Robinson. 1989. Superoxide dismutase in foods. A Review. Food Chem. 33:243-270.
- Gray, J.I. and L.R. Dugan. 1975. Inhibition of N-nitrosamine formation in model food system. J. Food Sci. 40:981-984.
- Hwang, Y.H., D.H. Kim, H.J. Kim, J.Y. Hwang, T.S. Park, I.S. Lee and J.H. Son. 2011. Antioxidant activities and nitric oxide production of medicine plants in Gyeongsangbukdo (*Carthamus tinctorius seed*, *Cyperus rotundus*, *Schizonepeta tenuifolia*, *Polygonatum odoratum* var. pluriflorum, *Paeonia lactiflora*) J. Appl. Biol. Chem. 54(3): 171-177 (in Korean).
- Jung, W.Y. and J.M. Jeong. 2012. Change of antioxidative activity at different harvest time and improvement of atopie dermatitis effects for persimmon leaf extract. Kor. J. Herbology 27(1):41-49.
- Kato, H., I.E. Lee, N.V. Chuyen, S.B. Kim and F. Hayase. 1987. Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidines. Agr. Biol. Chem. Tokyo. 51: 1333-1338.
- Kawaguchi, K., T. Mizuno, K. Aida and K. Uchino. 1997. Hesperidin as an inhibitor of lipases from porcine pancreas and pseudomonas. Biosci Biotechnol Biochem. 61:102-104.
- Kim, E.D. 1962. Agricultural Dictionary. Hak-Won Publishing Co., Seoul, Korea. p. 586 (in Korean).
- Kim, J.W. 1998. Antitumor agents isolated from cotton balls. Ministry of Science and Technology. Gwacheon, Korea. pp. 5-17 (in Korean).
- Kim, Y.E., J.W. Yang, C.H. Lee and E.K. Kwon. 2009. ABTS radical scavenging and anti-tumor effects of *Tricholoma matsutake* sing (Pine Mushroom). J. Korean. Soc. Food. Sci. Nutr. 38(5):555-560 (in Korean).
- Kim, Y. H., C. E. Lee and B. S. Kim. 2011. Study on cytotoxicity test and anti-oxidant activity of herb complex (*Phellinus Linteus*, *Glycyrrhiza uralensis Fischer* and *Centella asiatica*). J. Kor. Soc. Cosm. 17(3): 441-446 (in Korean).
- Ko, K.S. 2012. A study on antioxidant effect of methanol extract from *Viola mandshurica*. J. Kor. Soc. Cosm. 18(5):1082-1086 (in Korean).
- Kuhnau, J. 1976. The Flavonoids: a class of semiessential food

- components: their role in human nutrition. *World Rev. Nutr. Diet.* 24: 117-120.
- Kwak, C.S., S.A. Kim and M.S. Lee. 2005. The correlation of antioxidative effects of 5 Korean common edible seaweeds and total polyphenol content. *Korean. J. Soc Food Sci Nutr.* 34(8):1143-1150 (in Korean).
- Lee, D.S., M.S. Lim, S.S. Kwan, S.Y. Kim and S.N. Park. 2012. Antioxidative activity and componential analysis of *Chamaecyparis obtuse* leaf extract. *J. Appl. Chem.* 23(1):93-99 (in Korean).
- Lee, S.Y., J.H. An, H. Chun and H.Y. Cho. 2003. Isolation and characterization of MMP-1 inhibitor peptide from *crataegus pinnatifida* bunge in fibroblast cell line HS 68 cells. *Korean. J. Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* 46(1):60-65 (in Korean).
- Lim, T.S., J.R. Do, O.J. Kwon and H.K. Kim. 2007. Physiological activities of *Agaricus Bisporus* extracts as affected by solvents. *J. Korean Soc. Food. Sci. Nutr.* 36:383-388 (in Korean).
- Middleton, E. and C. Kandaswami. 1994. Potential health-promoting properties of citrus flavonoids. *Food Tech.* 48: 115-119.
- Miles, D. H., V. Chittawong, A.M. Payne, P.A. Hedin and U. Kokpol. 1990. Cotton boll weevil antifeedant activity and antifungal activity (*Rhizoctonia solani* and *Pythium ultimum*) of extracts of the stems of *Wedelia biflora*. *J. Agric. Chem.* 38(7):1591-1594.
- Nivea, M.M.I., A.R. Sampietro and M.A. Vattuone. 2000. Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of *Argentina*. *J. Ethnopharmacol.* 71: 109-114.
- Prior, R.L., X. Wu and K. Schaich. 2005. Standardized method for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplement. *J. Agric. Food Chem.* 48:115-119.
- Re, R., N. Pellegrini, A. Proteggente, M. Yang and R.E. Catharine. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biol. Med.* 26:1231-1237.
- Rhim, T.J., M.Y. Choi and H.J. Park. 2012. Antioxidative activity of *Rumex crispus* L. extract. *Korean J. Plant Res.* 25(5):568-577 (in Korean).
- Sen, T., H.S.H. Nasralla and A.K.N. Chaudhuri. 1995. Studies on the antiinflammatory and related pharmacological activities of *Psidium guajava*: A preliminary report. *Phytotherapy Research* 9(2):118-122.
- Swain, T., W.E. Hillis and M. Ortega. 1959. Phenolic constituents of *ptunus domeatica*, I. Quantitative analysis of phenolic constituents. *J. Sci. Food Agric.* 10:83-88.

(Received 25 March 2013 ; Revised 17 July 2013 ; Accepted 13 August 2013)