

토사자(*Cuscutae Semen*) 에탄올 추출물의 항산화 효과 및 항돌연변이 활성

전연희¹·김미현¹·김미라^{1,2*}

¹경북대학교 식품영양학과, ²장수생활과학연구소

Antioxidative and Antimutagenic Activity of Ethanol Extracts from *Cuscutae Semen*

Yeon Hee Jeon¹, Mi Hyun Kim¹ and Mee Ra Kim^{1,2*}

¹Dept. of Food Science and Nutrition, Kyungpook National University, Daegu, 702-701, Korea

²Dept. of Food Science and Nutrition, Center for Beautiful Aging, Kyungpook National University, Daegu, 702-701, Korea

Abstract

In this study, the antioxidant and antimutagenic activities of *Cuscutae semen* ethanol extract were evaluated. Antioxidant activity was measured by the 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) method and the Ames test was employed to determine the inhibition effect on mutagenicity in *Salmonella typhimurium* TA100. The extract showed significant free radical-scavenging activity towards the DPPH radical, and at a concentration of 400 ppm, its free radical-scavenging activity was similar to that of BHT. The IC₅₀ value of the extract was 89 ppm, indicating good antioxidant capacity. Moreover, at 5 mg/mL, the extract presented inhibitions of approximately 98.0% and 49.2% on mutagenicity induced by 4-nitroquinoline 1-oxide and sodium azide, respectively. The total polyphenols and flavonoid contents of the extract were 20.1 mg/g and 1.9 mg/g, respectively. Therefore, this study indicates that the ethanolic extract of *Cuscutae semen* has excellent antioxidative and antimutagenic potential.

Key words: *Cuscutae semen*, antioxidant activity, antimutagenicity, Ames test, DPPH

I. 서 론

자유 라디칼은 살아있는 조직과 세포에서 지질 과산화, 세포막 변화, 단백질 산화 및 DNA 변성 등을 유발하여 암, 심장질환, 동맥경화 및 자가면역질환 등의 각종 질병을 야기하는 것으로 알려져 있다(Fridorich I 1986, Ames BN 1983, Chance B 등 1979). 따라서 이러한 자유 라디칼의 발생을 억제하고 산화작용으로부터 생체를 보호할 수 있도록 항산화 물질을 섭취하는 것은 매우 중요하다. 식품에 널리 사용되고 있는 butylated hydroxyanisole(BHA)과 butylated hydroxytoluene(BHT) 등의 합성 항산화제는 우수한 항산화력을 지니고 있으나 다량 섭취 시 부작용을 나타내는 것으로 보고되어 천연 항산화제에 대한 요구가 증대되고 있다

(Iqbal S 등 2005). 따라서 최근 식품과학 분야에서는 식용 및 약용으로 사용되고 있는 천연 생물자원으로부터 안전하고 항산화력이 우수한 물질을 탐색하는 연구가 활발히 이루어지고 있다.

토사자(*Cuscutae semen*)는 메꽃과에 속하는 식물로 한국, 일본 및 중국 등에서 자생하는 토사의 종자를 가을에 채취하여 햅볕에 말린 것으로 이는 강장, 강정, 보간현 및 지갈 등에 효과가 우수하여 한방에서는 토사자환, 토사자탕과 토사자산으로 널리 사용되고 있다. 토사자는 또한 종기, 기미, 색소침착 등의 개선 효과가 있는 것으로 알려져 미용팩으로도 이용되고 있으며, 식품으로는 차로 타서 마실 수 있는 토사자 가루가 시판되고 있고, 말린 토사자를 이용하여 제조한 술은 자양강장에 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 토사자에 함유된 주요 성분으로는 saccharide, flavonoids, alkaloids, lignans 및 rein glycoside 등이 있다(Miyahara K 등 1996, Guo HZ 외 Li JS 2000).

Kim EY 등(2004)의 보고에서는 linoleic acid emulsion을 이용한 total antioxidant 활성 측정 시 1 mg/mL 농도에서 토사자가 대조구에 비해 70% 이상의 항산화 활성을 나타

*Corresponding author: Mee Ra Kim, Department of Food Science and Nutrition, Kyungpook National University, 1370 Sankyuk-dong, Buk-gu, Daegu, 702-701, Republic of Korea.

Tel: +82 53 950 6233

Fax: +82 53 950 6229

E-Mail: meerak@knu.ac.kr

내었다. Oh HC 등(2002)은 MS와 NMR를 사용하여 토사자 에탄올 추출물의 성분을 분석하였으며, 이 중 일부 화합물이 angiotensin I converting enzyme의 활성을 농도 의존적으로 억제하였음을 확인하였다. 또한 ICR mice에 토사자 에탄올 추출물을 200 µg/mL 투여하였을 때 ovalbumin에 대한 특이 항체 반응을 유의하게 증가시켜 Th1과 Th2 세포의 면역 기능에 효과가 있었음이 보고되었다(Pan HJ 등 2005). 그 외에도 토사자의 항균 활성(Oh DH 등 1998)과 간장보호 기능(Lee MY과 Joo JS 1989)이 있음이 보고되었으나 아직까지 토사자의 항돌연변이나 항산화 물질에 관한 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 토사자 에탄올 추출물의 항산화 효과와 항돌연변이 활성을 분석하여 새로운 생리활성 물질의 탐색과 고부가가치 기능성식품 소재로서의 유용성을 알아보기 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시약

실험에 사용된 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH), dimethyl sulfoxide(DMSO), sodium azide, 4-nitroquinoline 1-oxide (4-NQO), L-ascorbic acid, butylated hydroxyanisole(BHT), hesperitin 및 quercetin(dihydrate)은 Sigma Chemical Co.(St. Louis, MO, USA)로부터 구입하였다. Folin-ciocalteu's phenol reagent는 Fluka Co.(USA)로부터 구입하였으며, nutrient broth 와 agar는 Acumedia Co.(Lansing, Mich, USA)의 제품을 사용하였다.

2. 시료 및 시료 추출

본 실험에서 사용된 토사는 대구 약령시에서 유통되는 건조된 형태의 한약규격품을 구입하여 분쇄한 후, -4°C에서 저온 저장하면서 사용하였다. 시료의 에탄올 추출물은 건조 시료를 분쇄한 후, 100 g에 70% 에탄올을 가하여 실온에서 12시간 동안 5번씩 추출하여 총 2 L의 에탄올 추출물을 얻었다. 이를 여과지(Advantec. Toyo No.2)로 여과하여 회전감압농축기(EYELA, Rikakikai, Co., Japan)로 농축한 후 동결 건조하였다. 시료는 -20°C에서 냉동보관하며 실험에 사용하였다(Han SH 등 2006).

3. 실험 균주 및 돌연변이 유발물질

Salmonella typhimurium TA100 균주는 한국생명공학연구원(Daejeon, Korea)에서 분양받아 돌연변이 및 항돌연변이 능을 측정하였다. 균주는 액체 질소에 보관하면서 사용하였고, 정기적으로 이들 균주의 histidine 요구성, deep rough(rfa) 돌연변이, uvrB 돌연변이 및 R factor 등의 유전형질을 확인하였다. 돌연변이 유발물질로는 직접돌연변이 물질인 sodium azide와 4-NQO를 사용하였다. Sodium azide는 증류수에 녹

여 사용하였고, 4-NQO는 DMSO에 녹여 사용하였다. 돌연변이원의 사용량은 예비실험을 통해 dose response test를 실시하여 최적의 농도를 결정한 후 사용하였다.

4. DPPH 라디칼 소거능

토사자 에탄올 추출물의 전자공여능은 Blois MS(1958)의 방법에 의해 측정하였다. 0.1 M sodium acetate buffer(pH 5.5)에 용해한 시료와 7.5×10^{-5} M DPPH 2 mL를 혼합하여 항온기(SW-90B, Sang Woo Scientific Co., Korea, 37°C)에서 30분간 반응시킨 후 UV/Visible spectrophotometer (Beckman, USA)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조군으로는 수용성 천연항산화제인 L-ascorbic acid 와 합성항산화제인 BHT를 사용하였다. 시료의 전자공여능은 측정된 흡광도 값으로부터 먼저 Inhibition (%) = (1-시료 첨가구의 O.D/시료무첨가구의 O.D) × 100을 구한 다음 inhibition과 시료농도 사이의 관계식을 구하여 자유 라디칼의 활성을 50%로 저해하는데 필요한 농도인 IC₅₀의 값을 구하였다.

5. Ames test

토사자의 돌연변이 및 항돌연변이 활성을 Maron DM과 Ames BN(1983)의 방법에 따라 측정하였다. 먼저 master plate에 배양한 *S. typhimurium* TA100을 nutrient broth에 접종하여 37°C에서 약 14~16시간 동안 진탕 배양한 후 1~ 2×10^9 cells/mL의 밀도가 되도록 회석하여 사용하였다.

시료의 농도는 미리 독성 실험을 실시하여 돌연변이능이 나타나지 않는 범위 내에서 결정하였다. 멸균된 cap tube에 변이원 50 µL와 시료 50 µL, 균 100 µL를 넣고 0.2 M phosphate buffer를 이용하여 최종 부피를 700 µL로 맞춘 후 섞어 주었다. 그 후, 37°C shaking water bath(Vision Co., Korea)에서 30분간 진탕 배양하였다. 각 cap tube에 0.5 mM histidine/biotin이 포함된 top agar 2 mL를 첨가하여 3초간 섞은 후 minimal glucose agar plate에 중충하여 암소에서 굳혔다. 이를 plate를 37°C에서 48시간 배양하여 복귀돌연변이 colony 수를 측정하였다. 돌연변이 유발 억제 활성을 아래의 식에 의해 산출하였다.

$$\text{Inhibition rate}(\%) =$$

$$\frac{\text{변이원함유복귀돌연변이}-\text{시료함유복귀돌연변이}}{\text{변이원함유복귀돌연변이}-\text{자연복귀돌연변이}} \times 100$$

6. 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

토사자 추출물의 총 폴리페놀 함량 측정은 Folin-Ciocalteu (FC)법에 따라 시행되었다(Pellegrini N 등 1999). 증류수 5 mL, 시료 1 mL 및 FC reagent 0.5 mL를 혼합하여 8분간 끙치한 후 7% Na₂CO₃ 10 mL를 첨가하였다. 증류수로 최종 부피를 25 mL로 맞추고 상온에서 2시간 반응시킨 뒤

UV/Visible spectrophotometer를 이용하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 hesperitin을 사용하였다.

플라보노이드 함량 측정은 Moreno MI 등(2000)의 방법에 따라 측정하였다. 10% aluminum nitrate 0.1 mL, 1 M aqueous potassium acetate 0.1 mL 및 80% ethanol 4.3 mL를 혼합한 후, 시료 0.5 mL를 첨가하여 실온에 40분 간 방치한 뒤 UV/Visible spectrophotometer를 이용하여 510 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 표준 곡선은 quercetin을 기준으로 하여 견량선을 작성하였다.

7. 통계분석

모든 실험 결과는 SPSS 프로그램(v. 11, SPSS Inc., Chicago, IL)을 이용하여 통계처리하였다. 각 실험군의 유의성은 분산분석(ANOVA)을 실시한 후 $p<0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test로 검정하였다. 또한 돌연변이능 측정에서 시료와 대조군간의 차이를 검정하기 위해 Student's t-test를 사용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. DPPH 라디칼 소거능

DPPH 라디칼을 이용하여 토사자 에탄올 추출물의 농도별 전자공여능을 측정한 결과는 Fig. 1과 같다.

토사자 에탄올 추출물의 농도가 증가함에 따라 DPPH 라디칼에 대한 전자공여 효과도 증가하였다. 토사자 에탄올 추출물은 비교적 저농도인 100 ppm, 200 ppm에서는 합성 항산화제인 BHT보다 유의적으로 높은 항산화 활성을 나타

내었고, 300 ppm, 400 ppm, 500 ppm의 농도에서는 BHT의 항산화 활성과 유의적으로 차이가 없는 것으로 나타나 토사자 에탄올 추출물이 높은 항산화 활성을 가지고 있음을 보여주었다. 본 연구의 토사자 에탄올 추출물은 400 ppm에서 81.7%의 전자공여능을 나타내어 Kim EY 등(2004)에 의해 보고된 토사자 열수 추출물의 전자공여능(57.5%)보다 높았다. 또한 토사자 에탄올 추출물의 항산화 활성은 Park CS(2005)에 의해 보고된 당귀(68%), 목통(62%), 골담초(65%)의 500 ppm에서의 항산화 활성보다 높게 나타났고, Park YS(2002)에 의해 보고된 황기, 국화, 구기자, 감초, 당귀, 대추, 작약, 천궁의 항산화 활성보다 높은 것으로 나타났다. 토사자 에탄올 추출물의 IC₅₀ 값(89.4 ppm)은 Kim BS 등(1997)에 의해 보고된 토사자의 hexane, chloroform, butanol 및 열수 추출물보다 낮아 본 연구에서 추출된 토사자 에탄올 추출물이 더 높은 항산화 활성을 가지고 있는 것으로 나타났다.

이처럼 높은 DPPH 라디칼 소거능을 보이는 물질에는 폴리페놀처럼 구조 중에 hydroxyl group을 포함하며 DPPH와 반응하기에 적합한 입체 구조를 가지는 화합물이 존재하기 때문인 것으로 보고되고 있다(Chen JH과 Ho CT 1997). Kang YH 등(1996)은 전자공여능이 phenolic acids, flavonoids 및 기타 phenol성 물질에 대한 항산화작용의 지표로서 환원력이 클수록 전자공여능이 높다고 보고하였다.

2. 돌연변이 및 항돌연변이 활성

토사자 추출물의 돌연변이원성 억제 작용을 검토하기 위하여 직접변이원으로 알려진 sodium azide와 4-NQO를 사

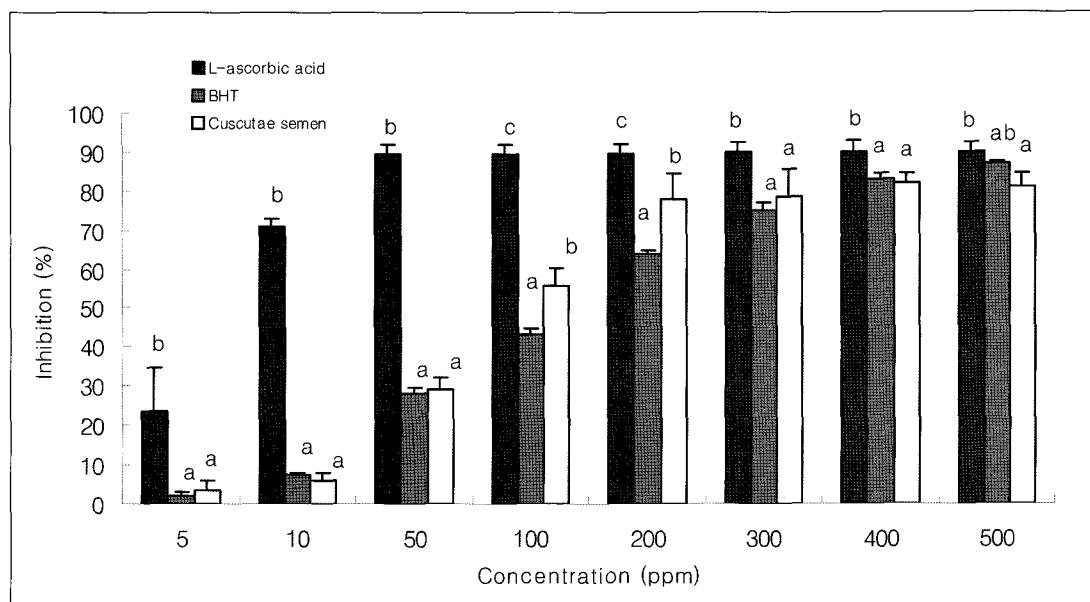


Fig. 1. The electron donating ability of ethanol extract from *Cuscutae semen* using the DPPH assay. Mean with the different letters are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test at the same concentration. All experiments were independently performed triplicate.

용하여 염기쌍 치환 변이주인 *Salmonella typhimurium* TA100에 대한 추출물의 항돌연변이능을 실험하였다. 본 실험에 사용한 직접돌연변이원은 세포 내의 DNA 정보 발현에 직접적으로 손상을 주어 돌연변이를 유발하는 물질이다.

Table 1과 같이 토사자 에탄올 추출물은 실험 농도인 0.5 mg/mL, 1 mg/mL, 5 mg/mL에서 돌연변이를 유발하지 않은 반면, sodium azide 및 4-NQO와 같은 돌연변이원은 대조군에 비해 복귀돌연변이의 숫자를 유의하게 증가시켜 시료의 농도가 항돌연변이 실험을 하기에 적합함을 확인할 수 있었다. 토사자 에탄올 추출물의 sodium azide에 대한 항돌연변이 효과는 Table 2에 제시되어 있다. 토사자 에탄올 추출물을 0.5 mg/mL, 1 mg/mL, 5 mg/mL의 농도로 첨가하였을 때 sodium azide에 의한 돌연변이에 대해 각각 4.1%, 21.1%, 49.2%의 저해 효과를 나타내었다. 또 다른 직접돌연변이원인 4-NQO로 유도된 돌연변이에 대해 토사자 에탄올 추출물은 매우 높은 돌연변이 억제능을 나타내었다. 토사자 에탄올 추출물을 0.5 mg/mL, 1 mg/mL, 5 mg/mL의 농도로 처리 시 각각 91.3%, 91.6% 및 98.4%의 저해율을 보여, 실험에 사용된 모든 농도에서 90% 이상의 항돌연변이 활성을 갖는 것으로 나타났다(Table 3). 토사자 에탄올 추출물의 농도가 증가할수록 두 가지의 직접돌연변이원에 의해 유발된 돌연변이 저해 효과가 높아졌으며, sodium azide보다는 4-NQO에 대하여 상대적으로 더 높은 돌연변이 유발 억제 능력을 보였다. 토사자 에탄올 추출물의 변이원 sodium azide에 대한 항돌연변이 활성은 Ahn BY 등(1999)에 의해 보고된 단삼의 항돌연변이 활성(26%)보다 높게 나타났고, 변이원 4-NQO에 대한 항돌연변이 활성 역시 Ahn BY 등(1999)에 의해 보고된 생약재 빙랑의 항돌연변이 활성(71%)보다 높게 나타났으며, Lee KI 등(1992)의 연구에서 보고된 비름(92%), 콩나물(94%)의 항돌연변이 활성과 비슷하게 나타났다.

본 실험 결과, 토사자 에탄올 추출물은 직접 돌연변이원에 대한 항돌연변이 효과가 우수하였으며, *S. typhimurium*

Table 1. The mutagenic activity induced by ethanol extracts from *Cuscutae semen* in *Salmonella typhimurium* TA100

Extract or mutagen	Concentration	His ⁺
Spontaneous revertants		129.3 ± 4.9
<i>Cuscutae semen</i>	0.5 mg/mL	134.5 ± 12.0
	1 mg/mL	110.0 ± 11.3
	5 mg/mL	175.5 ± 12.0
Sodium azide	1.5 µg/plate	1223.7 ± 49.7 ^{*)}
4-NQO	0.15 µg/plate	1197.3 ± 108.3*

1) His⁺: mean number ± SD of histidine positive revertant colonies on plates.

2) The values are significantly different from that of the control value at * p<0.05 by Student's t-test.

Table 2. The inhibitory effect of ethanol extract from *Cuscutae semen* on the mutagenicity induced by sodium azide in *Salmonella typhimurium* TA100.

Treatment			Inhibition rate (%)
Sodium azide (µg/plate)	Ethanol extract (ng/mL)	His ⁺	
0	0	146.5 ± 5.5	
(Spontaneous revertants)			
1.5	0	1231.3 ± 88.2 ^{a2)}	
1.5	0.5	1186.5 ± 40.5 ^{ab}	4.1
1.5	1	1002.0 ± 76.0 ^b	21.1
1.5	5	698.0 ± 1.0 ^c	49.2

1) Data are expressed as means ± SD of histidine positive revertant colonies on plates.

2) Values in the same column with the different case letters are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

Table 3. The inhibitory effect of ethanol extract from *Cuscutae semen* on the mutagenicity induced by 4-NQO in *Salmonella typhimurium* TA100

Treatment			Inhibition rate (%)
4-NQO (µg/plate)	Ethanol extract (ng/mL)	His ⁺	
0	0	164.3 ± 9.4	
(Spontaneous revertants)			
0.15	0	1197.3 ± 108.3 ^{a2)}	
0.15	0.5	254.0 ± 60.0 ^b	91.3
0.15	1	251.0 ± 27.0 ^b	91.6
0.15	5	181.0 ± 21.0 ^b	98.4

1) Data are expressed as means ± SD of histidine positive revertant colonies on plates.

2) Values in the same column with the different case letters are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

TA100에 의해 검출되는 염기쌍 치환 돌연변이를 효과적으로 억제하였다. 항돌연변이 물질이 활성을 나타내는 기작은 발암원의 흡수를 방해하거나 발암원과 DNA가 결합하여 DNA adducts를 형성하는 것을 감소시켜 암 발생을 억제시키는 것으로 알려져 있다(Steele VE와 Kelloff GJ 2005). 따라서 본 연구에서 토사자 에탄올 추출물이 높은 DPPH 라디칼 소거능을 가지고 있음을 볼 때 토사자 에탄올 추출물이 자유 라디칼에 의해 유도되는 DNA 손상을 감소시키는 데 도움을 줄 수 있었을 것으로 보여진다.

3. 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

토사자 에탄올 추출물의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량을 측정한 결과는 Table 4에 제시되어 있다. 토사자 에탄올 추출물의 총 폴리페놀 함량은 20.1 mg/g이고 플라보노이드 함량은 1.9 mg/g으로 나타났다. 토사자 에탄올 추출물의 폴리페놀 함량은 황기, 작약 에탄올 추출물보다 높았

Table 4. Contents of total polyphenols and flavonoids of ethanol extracts from *Cuscutae semen*

Sample	Total polyphenols ¹⁾ (mg/g)	Flavonoids ²⁾ (mg/g)
<i>Cuscutae semen</i>	20.1 ± 1.1 ³⁾	1.9 ± 0.1

- 1) mg of total polyphenol content/g of *Cuscutae semen* based on hesperitin as standard.
 2) mg of flavonoid content/g of *Cuscutae semen* based on quercetin as standard.
 3) Data are expressed as mean ± SD (n=3).

으며, 국화, 감초, 당귀 에탄올 추출물보다는 낮게 나타났다 (Park YS 2002). 또한 토사자 에탄올 추출물은 둥글레, 하수오, 황기 및 황정 열수 추출물에 비해 더 많은 플라보노이드를 함유하고 있었다(Kim EY 등 2004). 토사자에 함유된 폴리페놀 함량은 플라보노이드 함량보다 10배 이상 높게 나타났다. Kim EY 등(2004)은 20여종의 약용식물 열수 추출물의 폴리페놀 및 플라보노이드 함량을 측정한 결과 대부분의 식물에서 폴리페놀의 함량이 높을수록 항산화 활성이 높았으며 폴리페놀의 함량이 플라보노이드의 함량보다 현저히 많은 식물에서 항산화 활성이 높게 나타났다고 보고하였다.

천연물을 비롯한 식물에 존재하는 많은 phytochemical 종에서 폴리페놀 화합물이나 플라보노이드류는 천연항산화제로서의 작용이 있다고 알려져 있다(Kwak CS 등 2004, Cuvelier ME 등 1996). 여러 연구에서 폴리페놀 화합물이 hydroxy 라디칼, superoxide 라디칼 및 lipid peroxy 라디칼 소거에 관련성을 가지고 있으며 이들 라디칼 소거능과 폴리페놀 함량 간에 양의 상관관계가 관찰되었다(Sato M 등 1996, Hussain SR 등 1987, Kim EY 등 2004). Park JW 등(2007)도 발효 대두 식품인 된장, 메주, 청국장, 콩의 총 폴리페놀, 플라보노이드 함량과 총 항산화 활성사이에 유의적인 양의 상관관계가 있음을 보고한 바 있다. 또한 일부 플라보노이드 화합물 또한 alkylperoxy 라디칼 소거능을 가지고 있어 자유 라디칼로 인해 발생하는 여러 질환과 암 발생을 억제시킨다고 보고되었다(Jimenez-Escrig A 등 2001). 본 연구에서 토사자 에탄올 추출물은 다른 일부 생약재들에 비해 비교적 높은 함량의 폴리페놀과 플라보노이드를 함유하여 토사자 에탄올 추출물이 높은 DPPH 라디칼 소거능을 보인 것은 추출물에 포함된 폴리페놀 및 플라보노이드 화합물과 연관이 있을 것으로 보여진다. 또한 폴리페놀 함량이 플라보노이드 함량보다 높은 것으로 보아 플라보노이드 외의 다른 폴리페놀 화합물들도 토사자의 항산화 활성에 기여하는 것으로 사료된다.

IV. 요약

본 연구에서는 토사자 에탄올 추출물의 항산화 효과와 항

돌연변이 활성을 분석하였다. 토사자 에탄올 추출물은 100 ppm, 200 ppm의 농도에서 BHT보다 높은 항산화 활성을 나타내었다. 토사자 추출물은 본 연구에서 사용한 농도에서는 돌연변이를 유발하지 않았으며, 직접돌연변이원인 4-NQO에 의해 유발된 돌연변이를 90% 이상 억제시키는 효과를 보여주어 우수한 항돌연변이능을 가지고 있는 것으로 나타났다. 또한 토사자 에탄올 추출물은 폴리페놀 화합물을 다량 함유하고 있어 이를 항산화 물질이 토사자의 항산화 효과와 항돌연변이 활성에 영향을 주었을 것으로 사료되었다. 본 연구 결과 토사자 에탄올 추출물은 항산화 효과와 함께 돌연변이 유발을 억제하는 항돌연변이 활성을 가지는 것으로 나타나 천연항산화제 및 고부가가치의 기능성식품 신소재로서 이용될 가능성을 보여주었다.

감사의 글

본 연구는 2단계 Brain Korea 21 사업에 의해 지원되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Ahn BY Kim DG Choi DS. 1999. Antimutagenic effect of *Salvia Miliorrhiza Bunge*. Kor J Appl Microbiol Biotechnol 27(3): 197-202
 Ames BN. 1983. Dietary carcinogens and anticarcinogens. Oxygen radical and degenerative diseases. Science 221(4617): 1256-1264
 Briosi MS. 1958. Antioxidant determination by use of a stable free radical. Nature 181(4617): 1199-1200
 Chance B, Sies H, Boveris A. 1979. Hydroperoxide metabolism in mammalian organs. Physiol Rev 59(3): 527-605
 Chen JH, Ho CT. 1997. Antioxidant activities of caffeic acid and its related hydroxycinnamic acid compounds. J Agric Food Chem 45(7): 2374-2378
 Cuvelier ME, Richard H, Berset C. 1996. Antioxidative activity and phenolic composition of pilot-plant and commercial extracts of sage and rosemary. J Am Oil Chem Soc 73(5): 645-652
 Fridrich I. 1986. Biological effects of the superoxide radical. Arch Biophys 247(1): 1-11
 Guo HZ, Li JS. 2000. Study on constituents of the seed from *Cuscuta australis*. J Beijing University of Traditional Chinese Medicine 23(3): 20-23
 Han SH, Woo NR, Lee SD, Kang MH. 2006. Antioxidative and antibacterial activities of endemic plants extracts in Korea. Korean J Med Crop Sci 14(1): 49-55
 Hussain SR, Cillard J, Cillard P. 1987. Hydroxyl radical scavenging activity of flavonoids. Phytochem 26(9): 2489-2491
 Iqbal S, Bhanger MI, Anwar F. 2005. Antioxidant properties and components of some commercially available varieties of rice

- bran in Pakistan. Food Chem 93(2): 265-272
- Jimenez-Escrig A, Rincon M, Pulido R, Saura-Clixto F. 2001. Guava fruit (*Psidium guajava L.*) as a new source of antioxidant dietary fiber. J Agric Food Chem 49(1): 5489-5493
- Kang YH, Park YK, Lee GD. 1996. The nitro scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. Korea J Food Sci Technol 28(2): 232
- Kim BS, Park YG, Kang BS. 1997. Comparison of the antioxidant effect of *Cuscutae Semen*. Korean J Herbol 12(1): 67-84
- Kim EY, Baik IH, Kim JH, SR Kim, Rhyu MR. 2004. Screening of the antioxidant activity of some medicinal plants. Korean J Food Sci Technol 36(2): 333-338
- Kwak CS, Im SJ Kim SA, Park SC, Lee MS. 2004. Antioxidative and antimutagenic effects of Korean buckwheat, sorghum, millet and Job's tears. J Korean Soc Food Sci Nutr 33(6): 921-929
- Lee KI, Park KY, Rhee SH. 1992. Antimutagenic effect of green-yellow vegetables toward aflatoxin B₁ and 4-nitroquinoline-1-oxide. J Korean Soc Food Nutr 21(1): 143-148
- Lee MY, Joo JS. 1989. Effect of *Cuscutae* extract on experimentally induced liver damage in rabbits. J Korean Soc Food Nutr 18(3): 333-337
- Maron DM, Ames BN. 1983. Revised methods for the Salmonella mutagenicity test. Mutat Res 113(3-4): 173-215
- Miyahara K, Du XM, Watanabe M, Sugimura C, Yahara S, Nohara T. 1996. Resin glycosides. XXIII. Two novel acylated trisaccharides related to resin glycoside from the seeds of *Cuscuta chinensis*. Chem Pharm Bull 44(3): 481-485
- Moreno MI, Isla MI, Sampietro AR, Vattuone MA. 2000. Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. J Ethnopharmacol 71(1): 109-114
- Oh DH, Ham SS, Park BK, Ahn C, Yu JY. 1998. Antimicrobial activities of natural medicinal herbs on the food spoilage or foodborne disease Microorganisms. Korean J Food Sci Technol 30(4): 957-963
- Oh HC, Kang DG, Lee SY, Lee HS. 2002. Angiotensin converting enzyme inhibitors from *Cuscuta japonica* Choisy. J Ethnopharmacol 83(1): 105-108
- Pan HJ, Sun HX, Pan YJ. 2005. Adjuvant effect of ethanol extract of Semen Cuscutae on the immune responses to ovalbumin in mice. J Ethnopharmacol 99(1): 99-103
- Park CS. 2005. Antioxidative and nitrite scavenging abilities of medicinal plant extracts. Korean J Food Preserv 12(6): 631-636
- Park JW, Lee YJ, Yoon S. 2007. Total flavonoids and phenolics in fermented soy products and their effects on antioxidant activities determined by different assays. Korean J Food Culture 22(3): 353-358
- Park YS. 2002. Antioxidative activities and contents of polyphenols compound of medicinal herb extracts. J East Asian Soc Dietary Life 12(1): 23-31
- Pellegrini N, Re R, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Screening of dietary carotenoids and carotenoid-rich fruit extracts for antioxidant activities applying 2,2'-azinobis(3-ethylene benzothiazoline-6-sulfonic acid) radical cation decolorization assay. Meth Enzymol 299: 379-389
- Sato M, Ramarathnam N, Suzuki Y, Ohkubo T, Takeuchi M, Ochi H. 1996. Varietal differences in the phenolic content and superoxide radical scavenging potential of wines from different sources. J Agric Food Chem 44: 37-41
- Steele VE, Kelloff GJ. 2005. Development of cancer chemopreventive drugs based on mechanistic approaches. Mutat Res 591(1-2): 16-23

(2007년 12월 7일 접수; 2008년 1월 14일 채택)