

## 참취 분말이 에탄올을 투여한 흰쥐의 항산화계에 미치는 효과

이승은<sup>†</sup> · 성낙술 · 정태영\* · 최미연\* · 윤은경\* · 정유진\*

농촌진흥청 작물시험장  
\*부산대학교 식품영양학과

### The Effect of Powdered Herb of *Aster scaber* Thunb. on Antioxidant System in Ethanol-Treated Rats

Seung Eun Lee<sup>†</sup>, Nak Sul Seong, Tae Yung Chung\*, Mie Youn Choi\*,  
Eun Kyong Yun\* and Yu Jin Jeung\*

National Crop Experiment Station, RDA, Suwon 441-100, Korea

<sup>†</sup>Dept. of Food Science and Nutrition, Pusan National University, Busan 609-735, Korea

#### Abstract

The present study was conducted to investigate effect of powdered herb of *Aster scaber* Thunb. (*chamchwi*) on antioxidant system in ethanol-administrated rats. Four week-old Sprague Dawley male rats which had initial body weights of  $97.10 \pm 4.50$  g were randomly divided into three groups: control (ethanol treated, vitamin E-deficient group); 5% *chamchwi* (ethanol-treated, 5% *chamchwi* powder-supplemented group); 10% *chamchwi* (ethanol-treated, 10% *chamchwi* powder-supplemented group). Three groups of rats were supplemented with three experimental diets for 4 weeks and orally administrated 10% ethanol (v/v) daily via drinking water in the last experimental week. Contents of TBARS (thiobarbituric acid reactive substance), glutathione in liver and kidney and serum albumin were determined. The activities of superoxide dismutase (SOD), catalase and glutathione peroxidase (GSH-px) in liver and kidney were also analyzed. Relative weight of liver and spleen to body in *chamchwi* groups was lower than that in control group ( $p < 0.05$ ). The most remarkable result was that liver TBARS contents in *chamchwi* groups (5% *chamchwi* group, 46  $\mu$ g in MDA value; 10% *chamchwi* group, 35  $\mu$ g) were significantly lower ( $p < 0.05$ ) than that in control group (66  $\mu$ g). The supplement of *chamchwi* powder lowered the activity of manganese-superoxide dismutase (Mn-SOD), catalase in liver and GSH-px in kidney. The levels of glutathione in liver and kidney and serum albumin were not significantly different in all experimental groups ( $p < 0.05$ ). These results indicate that powdered herb of *Aster scaber* decreases lipid peroxidation and activity of Mn-SOD increased by alcohol-induced oxidative stress in liver of rats.

**Key words:** Mn-SOD, GSH-px, TBARS, ethanol, *Aster scaber* Thunb

#### 서 론

인류의 건강 유지와 질병으로부터의 탈출을 위한 노력의 하나로서 항산화 기능을 가진 천연자원에 대한 연구가 최근 수년 동안 활발하게 이루어지고 있다(1,2). 항산화 물질은 산화 기전에 의해 발병되는 알코올성 간 질환을 비롯한 동맥경화, 류마치스성 관절염, 면역질환, 신경관련 퇴행성 질환, 암 등의 예방과 치료를 위한 대책(3-6)이 될 수 있으므로 본 연구에서는 산나물로서 또는 진통, 해독 등의 민간요법으로 사용되어 왔고 고지혈 및 관상 심장질환 위험 감소, 항돌연변이 및 암세포 성장 억제, 항미생물 효과 등의 생리작용(7-11)을 가지며 전보에서 *in vitro* 항산화 효과가 확인된 참취(12)의 생체내 항산화 효과를 알코올로 산화적 손상을 유발한 흰쥐에서 확인하고자 하였다.

#### 재료 및 방법

##### 실험재료

실험에 사용된 참취는 1996년 5월 부산광역시 부전시장에서 구입, 부산대학교 생물학과에 보관된 건조 표본과 비교하여 동정한 후 세척, 동결 건조하여 -20°C의 냉동실에 보관하면서 필요에 따라 분말로 만들어 실험에 사용하였다.

##### 동물, 사육 방법 및 식이 조성

생후 4주된 체중  $97.1 \pm 4.5$  g의 Sprague-Dawley계 웅성 흰쥐를 식이군별로 10마리씩 난괴법에 따라 배정하여 1주일 간 예비 사육한 후 대조군, 5% 및 10% 참취 분말 첨가군으로 나누어 4주간 본 사육을 행하였으며, 본 사육의 마지막 1주일 동안 물병을 통해 10% 에탄올을 공급함으로써 산화적 스트

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail: tahitie@hanmail.net  
Phone: 82-31-290-6734, Fax: 82-31-290-6787

레스를 유발하였다. 식이와 물은 자유롭게 섭취토록 하였고 그 섭취량을 기록하였으며 3일 간격으로 각 동물들의 체중 변화를 기록하였고 사육 환경은 온도  $22 \pm 2^\circ\text{C}$ , 습도 55%, 명암 주기 12시간으로 유지하였다. 식이는 옥수수 전분 60%, 카제인 15%, 옥수수유 5%, 설탕 9%, 무기질 혼합물 5%, 비타민 혼합물 1% 및 cellulose powder 5%를 혼합하여 조성하였으며 식이제조에 사용된 무기질 혼합물과 비타민 E가 배제된 비타민 혼합물은 Oriental 酵母社 (日本)의 조성에 준해 조제하였다. 실험군의 사료조성은 대조군의 사료조성에 참취 분말을 5% 및 10% 첨가하였고 사전에 분석한 참취의 전당(6.5%), 조지방(2.83%) 및 조단백의 함량(0.83%)만큼을 배제하였으며 기타 성분은 대조군과 동일하게 첨가하였다.

#### 채혈, 장기 적출 및 장기 균질액 조제

각 장기는 0.9%의 식염수로 관류한 후 적출하여 세척하고 여과지로 닦은 다음 중량을 기록하였고  $-70^\circ\text{C}$ 의 냉동고에 보관하면서 실험에 사용하였다. 조직균질액은 각 장기에 0.1 M 인산칼륨(pH 7.4)을 10배 중량만큼 가한 다음 균질기로 마쇄하여 얻었으며 이중 일부는 TBARS, glutathione 함량 분석에 그리고 나머지는  $600 \times \text{g}$ 에서의 원심분리 과정에 의해 상등액을 조제하여 효소 및 단백질 정량에 사용하였다. 채취한 혈액은 냉장고에서 30분 이상 정치시킨 후  $600 \times \text{g}$ 에서 원심분리하였으며 얻어진 혈청은 알부민 정량에 사용하였다.

#### 단백질 함량

조직의 단백질 함량은 Bradford(13)의 방법에 준해 10~100  $\mu\text{g}$ 의 단백질을 함유하는 원심분리 후의 상등액, 완충액 및 단백질시약을 혼합, 595 nm에서 흡광도를 측정하여 구하였으며 검량선 작성을 위해 bovine serum albumin을 표준물질로 사용하였다.

#### 과산화물 및 항산화 물질의 측정

간과 신장의 TBARS 함량은 Botsoglou 등(14)의 방법에 준해 실험하였으며, glutathione 함량( $\mu\text{g}$ )은 Ellman의 방법(15)에 준해, 혈청 albumin 함량은 BCG(bromocresol green)법(16)에 준해 실험하였다. Catalase 활성(k/mg protein)은 Abei(17)의 방법, Cu, Zn-SOD 활성(unit/mg protein)은 Oh 등(16)과 Flohe'의 방법(18) 그리고 glutathione peroxidase의 활성( $U_k/\text{mg protein}$ )은 Flohe'의 방법(19)에 따라 다음과 같이 측정하였다.  $1 \times 10^{-3}$  M Sodium azide와 1 mM EDTA를 함유하는 0.1 M potassium phosphate buffer(pH 7.0) 500  $\mu\text{L}$ , 효소액 100  $\mu\text{L}$ , glutathione reductase(2.768 U/mL) 100  $\mu\text{L}$ ,  $1 \times 10^{-2}$  M glutathione 100  $\mu\text{L}$ 를 혼합,  $37^\circ\text{C}$ 에서 10분 동안 예비 배양한 후 이 반응액에 0.1%  $\text{NaHCO}_3$ 에 녹인  $1.5 \times 10^{-3}$  M NADPH 100  $\mu\text{L}$ 를 가해 1분간 그리고  $1.5 \times 10^{-3}$  M  $\text{H}_2\text{O}_2$  100  $\mu\text{L}$ 를 가한 후 다시 1분간 340 nm에서 흡광도를 측정하였다. 결과는 흡광도와 NADPH의 molecular extinction coefficient( $E=6.22 \times 10^6 \text{ cm}^2$ )로부터 효소액과 blank의 1분간의 NADPH 농도의 변화( $\Delta[\text{NADPH}]/\text{min}$ )를 산출하고 이 효

소액의 수치에서 blank의 수치와 glutathione peroxidase와 관련없는 인자에 의해 나타나는  $\Delta[\text{NADPH}]/\text{min}$ 를 빼준 값을 다음의 식에 대입하여 glutathione peroxidase의 활성( $U_k/\text{mg protein}$ )을 산출하였다.

$$U_k = 0.868(\Delta[\text{NADPH}]/[\text{GSH}_0]) \times t \times (V_i/V_s)$$

$V_i/V_s$ : 희석배수,

$V_i$ : incubation volume,

$V_s$ : initial sample volume,

$\text{GSH}_0$ : glutathione의 초기 농도

#### 통계처리

실험의 결과는 평균  $\pm$  표준편차로 나타내었고 각 군의 유의성은  $p < 0.05$ 의 수준에서 one way ANOVA(analysis of variation) test로 검정을 행한 후 Duncan's multiple range test로 검정하였다.

## 결과 및 고찰

#### 동물의 체중 증가량 및 장기 중량

4주간 자유 급식법으로 사육한 흰쥐의 체중 증가량을 Table 1에 나타내었다. 각 군들의 체중 증가량은 대조군, 5% 참취 첨가군 그리고 10% 참취 첨가군의 순으로 높았다.

실험군들의 체중에 대한 상대적인 장기 중량(%)은 Fig. 1에 나타내었다. 간의 중량은 대조군이 4.54%로 가장 무거웠고 10%(4.08%), 5% 참취 첨가군(3.85%)의 순서로 무거웠다. 알코올에 의해 유발된 산화적 스트레스는 항산화성분이 결핍되었을 경우 증가(20)하므로 본 실험의 결과처럼 간의 중량이 대조군에 비해서 참취 첨가군이 낮은 것은 참취의 항산화력을 나타내주는 결과라고 사료된다. 비장의 중량도 대조군, 10% 참취 첨가군 그리고 5% 참취 첨가군의 순서로 무거워 간의 중량과 유사한 경향을 보였으나, 신장과 고환의 중량은 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

#### 간과 신장의 TBARS 함량

간과 신장에서의 TBARS의 함량을 Fig. 2에 나타내었다. 간장에서는 대조군, 5% 및 10% 참취 첨가군의 TBARS 함량은 각각 66, 46 및 35  $\mu\text{g}$ 을 나타내 참취 첨가군에서 지질과 산화가 유의적으로 억제되었음을 알 수 있으며 이는 알코올에 의한 1차적인 산화 개시 과정에서 생성된 활성 산소가 참취에 함유된 비타민, 페놀화합물과 같은 항산화 성분(21)에

**Table 1. Weight gain of rats fed the experimental diets for 4 weeks**

	Control	5%- <i>chamchwi</i> group	10%- <i>chamchwi</i> group
Weight gain (g/day)	$3.47 \pm 0.18^{1)ns2)}$	$3.51 \pm 0.70$	$3.72 \pm 0.73$

<sup>1)</sup>Mean  $\pm$  standard deviation (n=6).

<sup>2)</sup>Not significant at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

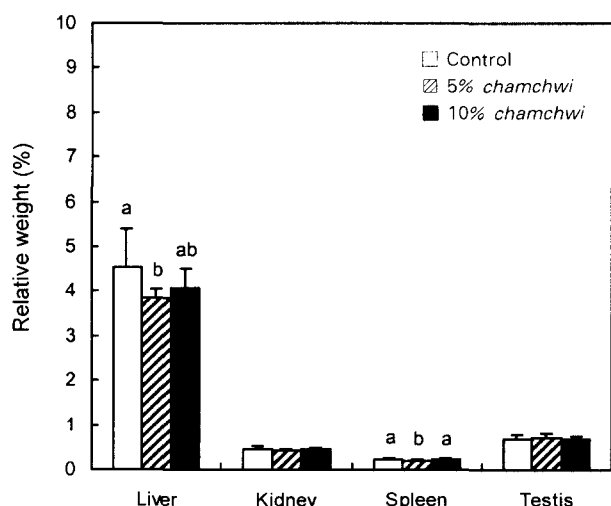


Fig. 1. Relative weight of organs per 100 g body weight of rats fed three experimental diets.

Values with different alphabet within the same organ are mean  $\pm$  standard deviation (n=6) and significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test, and values without alphabet are not significant at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

의해 방어됨으로서 간 지질에 대한 2차적인 산화의 개시가 일어나지 않은 것으로 볼 수 있다(22). 신장의 경우에는 실험군들 사이에 유의적인 차이는 없었고 그 함량은 간에 비해 상당히 낮았으므로 알코올 투여가 신장에 대해서는 간만큼 큰 영향을 미치지 않은 것으로 판단되었다. 이러한 결과를 살펴볼 때 참취의 섭취가 알코올에 의해 증가하는 간에서의 지질과산화물을 억제하며 그 효과는 식이에 첨가한 참취의 함량에 비례하였으므로 참취가 간세포의 지질 성분에 대해 효과적으로 항산화작용을 한 것으로 판단된다(23). 또한 대조군의 경우에는 항산화제의 결핍으로 과산화지질의 함량이 증가한 것으로 판단되며, 이는 알코올의 섭취 없이 참취 에탄올 추출물만을 사료에 첨가한 경우(21)나 대조군보다  $\alpha$ -tocopherol을 투여한 실험 동물이 낮은 과산화지질 생성을 나타낸 결과(24)와 일치된다.

간과 신장의 항산화효소 활성

간과 신장에서의 항산화 효소 활성을 Table 2에 나타내었

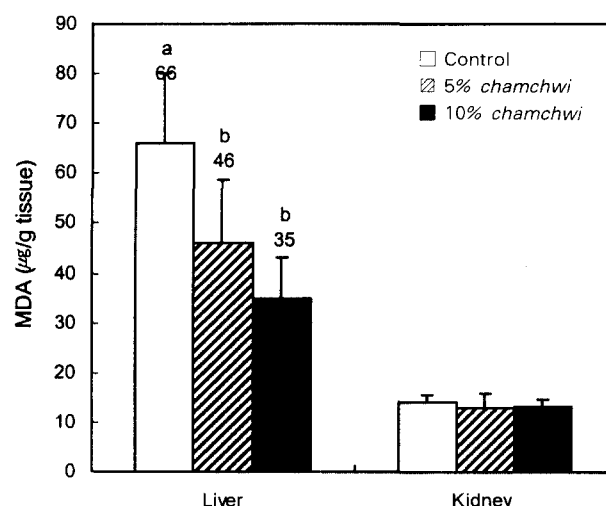


Fig. 2. TBARS quantified from the liver and kidney of rats fed the experimental diets.

Values with different alphabet within the same organ are mean  $\pm$  standard deviation (n=6) and significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test, and values without alphabet are not significant at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

다. Mn-SOD 활성은 대조군이 참취 첨가군보다 높은 활성을 보였으며 대조군과 5% 참취 첨가군 사이에는 유의적인 차이가 있었으나 Cu, Zn-SOD 활성은 실험군들 사이에 유의적인 차이가 없었다. 간의 catalase 활성은 대조군(0.127 k/mg protein), 10% 참취 첨가군(0.123 k/mg protein) 그리고 5% 참취 첨가군(0.106 k/mg protein)의 순서로 활성이 높았고 glutathione peroxidase 활성은 유의적인 차이가 없었다. 높은 Mn-SOD 활성은 알코올을 섭취시킨 동물에서 나타나는 특징적인 현상(25,26)으로서 간세포의 cytosol에서 ADH에 의해서 알코올로부터 다량 생산되는 NADH 또는 알코올이 유도하는 microsomal ethanol-oxidizing system(MEOS) 중의 CYP II E1에 의해 생성되는 superoxide anion radical을 비롯한 활성 산소들이 second messenger로 작용하여 SOD의 gene expression을 유발하여 SOD 효소 단백질의 합성이 증가하기 때문이며(27,28) 알코올 투여로 유도되는 SOD의 발현 현상은 항산화제가 존재하는 경우 항산화제가 결핍된 알코올 투

Table 2. Activities of SOD, catalase, and glutathione-peroxidase determined from liver of rats fed the experimental diets

	Enzymes	Control	5%-chamchwi group	10%-chamchwi group
Liver	Mn-SOD (unit/mg protein)	51.29 $\pm$ 5.61 <sup>1)2)</sup>	44.15 $\pm$ 2.78 <sup>b</sup>	46.48 $\pm$ 4.07 <sup>ab</sup>
	Cu, Zn-SOD (unit/mg protein)	44.95 $\pm$ 5.40 <sup>ns3)</sup>	46.24 $\pm$ 3.84	49.05 $\pm$ 12.05
	Catalase (k/mg protein)	0.13 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>	0.11 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>	0.12 $\pm$ 0.02 <sup>ab</sup>
	GSH-px (U <sub>k</sub> /mg protein)	0.32 $\pm$ 0.16 <sup>ns</sup>	0.25 $\pm$ 0.11	0.26 $\pm$ 0.16
Kidney	Mn-SOD (unit/mg protein)	28.85 $\pm$ 2.86 <sup>a</sup>	29.19 $\pm$ 2.33 <sup>a</sup>	23.89 $\pm$ 5.19 <sup>b</sup>
	Cu,Zn-SOD (unit/mg protein)	53.24 $\pm$ 4.59 <sup>ns</sup>	48.73 $\pm$ 2.77	47.77 $\pm$ 12.24
	Catalase (k/mg protein)	0.05 $\pm$ 0.01 <sup>ns</sup>	0.05 $\pm$ 0.01	0.05 $\pm$ 0.01
	GSH-px (U <sub>k</sub> /mg protein)	1.09 $\pm$ 0.05 <sup>a</sup>	0.80 $\pm$ 0.05 <sup>b</sup>	0.45 $\pm$ 0.04 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>Mean  $\pm$  standard deviation (n=6).

<sup>2)</sup>Values with different alphabet within the same row are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

<sup>3)</sup>Not significant at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

**Table 3. Content of glutathione of liver and kidney and serum albumin determined from rats fed the experimental diets**

		Control	5%- <i>chamchwi</i> group	10%- <i>chamchwi</i> group
Glutathione ( $\mu\text{g/g}$ tissue)	Liver	409.24 $\pm$ 102.80 <sup>1)ns2)</sup>	530.20 $\pm$ 136.78	430.14 $\pm$ 51.15
	Kidney	269.67 $\pm$ 143.66 <sup>ns</sup>	257.99 $\pm$ 82.76	342.66 $\pm$ 58.36
Albumin (g/dL serum)		5.23 $\pm$ 0.30 <sup>ns</sup>	5.12 $\pm$ 0.08	5.31 $\pm$ 0.27

<sup>1)</sup> Mean  $\pm$  standard deviation (n=6).

<sup>2)</sup> Not significant at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

여군에 비해서 낮은 활성을 나타내므로(29,30) 참취 투여군이 대조군보다 간장의 Mn-SOD 활성이 더 낮게 나타난 것은 참취에 포함된 물질에 의한 항산화 작용에 기인한다고 볼 수 있다. 이러한 결과로부터 간세포에서 알코올의 섭취로 인해 발생하는 항산화효소의 유도가 항산화 성분이 결핍된 대조군에서는 차단되지 않았으므로 항산화효소들의 활성 증가가 관찰되었으며, 참취를 섭취한 실험군은 참취에 함유된 항산화 성분들(21)에 의해 활성 산소가 효과적으로 방어되므로써 항산화효소의 발현을 적게 가져 온 결과로 낮은 활성을 나타낸 것으로 사료된다.

신장에서의 Mn-SOD 활성은 5% 참취 첨가군(29.19 unit/mg protein), 대조군(28.85 unit/mg protein)이 비슷한 수준이었으나 10% 참취 첨가군(23.89 unit/mg protein)은 좀 더 낮은 활성을 나타내었고 이 수치들은 간에 비해 매우 낮은 수치였다. Cu, Zn-SOD 활성은 실험군들간에 유의적인 차이를 나타내지 않았으나 Mn-SOD 보다는 대체적으로 높은 수준이었다. 신장의 GSH-px 활성은 대조군(1.09 U<sub>k</sub>/mg protein), 5% 참취 첨가군(0.80 U<sub>k</sub>/mg protein) 그리고 10% 참취 첨가군(0.45 U<sub>k</sub>/mg protein)의 순서로 높은 활성을 나타내었으며 간에서의 GSH-px 활성 수준에 비해 비교적 높게 나타났다. 신장의 catalase 활성은 간과 비교할 때 상당히 낮았으며 실험군들의 활성간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 신장의 항산화효소 활성은 간보다는 대체적으로 낮은 수준이었으나 GSH-px 활성은 간보다 신장에서 높았다. 이처럼 신장에서의 항산화 효소 활성이 간과는 다른 경향을 나타낸 것은 조직특이성 때문으로 Scott 등(31)은 에탄올을 투여한 흰쥐의 신장에서 GSH-px의 활성이 다른 항산화효소에 비해 월등히 높게 나타나며 그 정도는 에탄올의 농도에 비례한다고 보고하였다.

#### 간과 신장의 glutathione 및 혈청 albumin 함량

간과 신장의 glutathione 함량 그리고 혈청의 albumin 함량을 Table 3에 나타내었다. 간에서의 glutathione 함량은 5% 참취 첨가군이 530.20  $\mu\text{g}$ 으로 가장 높은 함량을 나타내었고 10% 참취 첨가군과 대조군이 각각 430.14 및 409.24  $\mu\text{g}$ 의 함량을 보여 참취 첨가 실험군들이 대조군에 비해 상대적으로 높은 양상을 나타내었으나 유의적인 차이는 없었다. Glutathione은 알콜에서 유래되는 acetaldehyde나 다가불포화 지방산에서 유래되는 aldehydes와 adduct를 형성하기 때문에 간장 조직에서 glutathione 함량 감소가 예상되었지만(23) 실험군별로 glutathione 함량의 차이는 크지 않았다. 신장의

경우에는 10% 참취 첨가군(342.66  $\mu\text{g}$ ), 5% 참취 첨가군(257.86  $\mu\text{g}$ ) 그리고 대조군(269.71  $\mu\text{g}$ )의 순서로 높은 함량을 나타내었으나 실험군들간에 유의적인 차이는 없었다. Albumin은 유리기와 전이 금속 이온들의 소거물질로 알려져 있는데(32) 본 연구의 결과로부터 혈청 중에서 10% 참취 첨가군(5.31 g/dL serum), 대조군(5.23 g/dL of serum) 그리고 5% 참취 첨가군(5.12 g/dL of serum)의 순서로 그 함량이 많았으나 각 실험군들 사이에서 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 이러한 결과로부터 알코올 투여와 참취 첨가식이 간과 신장의 glutathione 및 혈청 albumin 함량에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단되었다.

## 요 약

*In vitro* 항산화 활성이 확인된 참취가 생체 내에서도 활성을 나타내는지를 확인하기 위해 대조군과 5% 및 10% 참취 분말을 첨가한 식이를 4주간 흰쥐에 투여하면서 마지막 1주간 알콜로 산화적 스트레스를 유발한 후 희생시킨 흰쥐의 체중 증가량과 함께 체중에 대한 장기의 상대 중량, 간, 신장에서의 지질과산화, 항산화효소 활성, glutathione 및 혈청 알부민의 함량을 분석하였다. 4주간의 사육 후 체중 증가량은 대조군, 5% 참취첨가군 그리고 10% 참취첨가군의 순으로 높았으나 유의적인 차이는 없었으며 체중에 대한 상대적인 장기 중량 중에서 간, 비장은 대조군에 비해 참취 첨가군의 경우 더 낮은 비율을 나타내었다. 간에서 지질과산화로 생성되는 TBARS 함량은 대조군(66  $\mu\text{g}$ )에 비해 5%(46  $\mu\text{g}$ ) 및 10% 참취 분말 식이군(35  $\mu\text{g}$ )에서 참취첨가량이 증가할수록 낮았다. Mn-SOD와 catalase 활성은 참취 첨가군들에서 대조군보다 낮았으나 Cu, Zn-SOD와 glutathione peroxidase 활성 및 glutathione 함량은 실험군들간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 신장에서는 Mn-SOD와 glutathione peroxidase 활성이 대조군보다 참취 첨가군에서 유사하거나 낮은 경향을 나타내었으나 Cu, Zn-SOD와 catalase의 활성 및 TBARS, glutathione의 함량은 실험군들간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 한편, 혈청 알부민의 함량은 실험군들간에 큰 차이가 없었다. 이상과 같은 실험결과를 종합할 때 참취는 에탄올에 의해 유발된 산화적인 스트레스를 적절하게 방어하여 특히 간장에서의 지질과산화 및 Mn-SOD 활성의 감소를 가져왔으며 그 효과는 참취의 첨가량에 비례하는 경향을 나타내었으므로 생체 안에서 알코올과 같은 산화적 스트레스에 대한

항산화제로서의 역할을 효과적으로 수행할 수 있을 것으로 기대된다.

문 헌

1. Choi, Y., Shin, D.H., Chang, Y.S. and Shin, J.I. : Screening of natural antioxidant from plant and their antioxidative effect. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **24**, 142-148 (1992)
2. Moon, S.I., Ryu, H.S., Lee, H.J. and Choi, J.S. : Further screening for antioxidant activity of vegetable plants and its active principles from *Zanthoxylum schinifolium*. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **23**, 466-471 (1994)
3. Vinson, J.A., Jang, J., Dabbagh, Y.A., Serry, M.M. and Cai, S. : Plant polyphenols exhibit lipoprotein-bound antioxidant activity using an *in vitro* oxidation model for heart disease. *J. Agric. Food Chem.*, **43**, 2798-2799 (1995)
4. Masuda, T. and Jitoe, A. : Antioxidative and antiinflammatory compounds from tropical gingers : isolation, structure determination, and activities of curcuminins A, B and C, new complex curcuminoids from *Zingiber cassumunar*. *J. Agric. Food Chem.*, **42**, 1850-1856 (1994)
5. Draper, H.H. and Bird, R.P. : Antioxidants and cancer. *J. Agric. Food Chem.*, **32**, 433-435 (1984)
6. Porta, E.A. : Dietary modulation of oxidative stress in alcoholic liver disease in rats. *J. Nutr.*, **127**, 912s-915s (1997)
7. Nagao, T., Iwase, Y. and Okabe, H. : Studies on the constituents of *Aster scaber* Thunb. V. Structures of six new echinocystic acid glycosides isolated from the herb. *Chem. Pharm. Bull.*, **41**, 1562-1566 (1993)
8. Chung, T.Y., Eiserich, J.P. and Shibamoto, T. : Volatile compounds isolated from edible Korean *chamchwi* (*Aster scaber* Thunb.). *J. Agric. Food Chem.*, **41**, 1693-1697 (1993)
9. Lim, S.S. and Lee, J.H. : Effect of *Aster scaber* and *Ixeris dentata* on contractility and vasodilation of cardiovascular and endothelial cell in hyperlipidemic rat. *J. Korea Soc. Food Sci. Nutr.*, **26**, 300-307 (1997)
10. Ham, S.S., Oh, D.H., Hong, J.K. and Lee, J.H. : Atimutagenic effects of juices from edible Korean wild herbs. *J. Food Sci. Nutr.*, **2**, 155-161 (1997)
11. Park, J.H., Han, N.S., Yoo, J.Y., Kwon, D.J. and Koo, Y.J. : Effect of *Aster scaber* extract on the growth of bifidobacteria and *Clostridium perfringens*. *J. Microbiol. Biotechnol.*, **3**, 285-291 (1993)
12. Chung, T.A. and Lee, S.E. : *In vitro* antioxidant effect of *Aster scaber* Thunb. extract. *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.*, **44**, 71-76 (2001)
13. Bradford, M.M. : A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding. *Anal. Biochem.*, **72**, 248-254 (1976)
14. Botsoglou, N.A., Fletouris, D.J., Parageorgiou, G.E., Vassilopoulos, V.N., Mantis, A.J. and Trakatellis, A.G. : Rapid, sensitive and specific thiobarbituric acid methods for measuring lipid peroxidation in animal tissues, food and food-stuffs. *J. Agric. Food Chem.*, **42**, 1931-1937 (1994)
15. Ellman, G.L. : Tissue sulfhydryl group. *Arch. Biochem. Biophys.*, **82**, 70-72 (1959)
16. Oh, M.H., Chung, H.Y., Yong, H.S., Kim, K.W., Chung, H. Y., Oura, H. and Yokozawa, T. : Effects of ginsenoside Rb<sub>2</sub> on the antioxidants in SAM-R/1 mice. *Korean Biochem. J.*, **25**, 492-497 (1992)
17. Abei, H. : Catalase *in vitro*. In *Methods in Enzymology*, Packer, L. (ed.), Academic Press, Vol. 5, p.121-126 (1984)
18. Flohe', L. and Ötting, F. : Superoxide dismutase assays. In *Methods in Enzymology*, Packer, L. (ed.), Academic Press, Vol. 105, p.93-105 (1984)
19. Flohe', L. : Determination of glutathione peroxidase. In *Handbook of Free Radicals and Antioxidants in Biomedicine*, Miguel, J., Quintanilha, A.T. and Weber, H. (eds.), CRC Press, Vol. III, p.283-284 (1989)
20. Lee, C.H., Jung, Y.J., Park, D.K., Kim, C.W., Han, Y.B., Lee, W.C. and Kim, J.B. : Effects of ascorbate and  $\alpha$ -tocopherol administration on liver function in chronically ethanol-treated rats. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **22**, 132-137 (1993)
21. Kim, J. H. and Kim, M.K. : Effect of dried powder and ethanol extracts of *Perrilla frutescens*, *Artemisia princeps* var *orientalis* and *Aster scaber* on lipid metabolism and antioxidative capacity in rats. *Korean J. Nutr.*, **32**, 540-551 (1999)
22. Witting, L.A. : Vitamin, E and lipid antioxidants in free-radical-initiated reactions. In *Free Radicals in Biology*, Pryor, W.A. (ed.), Academic Press, Vol. 4, p.305-319 (1980)
23. Devi, B.G., Schenker, S., Mazloun, B. and Henderson, G.I. : Ethanol-induced oxidative stress and enzymatic defences in cultured fetal-rat hepatocytes. *Alcoholism*, **13**, 327-332 (1996)
24. Choi, Y.S., Suh, K.H. and Cho, S.H. : Effects of ethanol and tocopherol on hepatic peroxidation and mitochondria respiration in the rat. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **20**, 409-417 (1991)
25. Chen, L.H., Hu, N. and Huang, T.L. : Effects of acute alcohol-intoxication on liver antioxidant defence systems in rats. *Biochem. Archives*, **8**, 95-100 (1992)
26. Chen, L.H., Huang, C.Y. and Osio, Y. : Large doses of ethanol and activities of liver-enzymes which detoxify reactive oxygen species : effects of antioxidants. *Biochem. Archives*, **12**, 95-104 (1996)
27. Koop, D.R. : Oxidative and reductive metabolism by cytochrome P4502E1. *FASEB J.*, **6**, 724-730 (1992)
28. Wenk, J., Brenneisen, P., Wlaschek, M., Poswig, A., Briviba, K., Oberley, T.D. and Scharfetter-Kochanek, K. : Stable overexpression of manganese superoxide dismutase in mitochondria identifies hydrogen peroxide as a major oxidant in the AD-1-mediated induction of matrix-degrading metalloprotease-1. *J. Biol. Chem.*, **274**, 25869-25876 (1999)
29. Koch, O., Farr, S., De Leo, M.E., Palozza, P., Palazzotti, B., Borrelo, S., Palombini, G., Cravero, A. and Galeotti, T. : Regulation of manganese superoxide dismutase (Mn-SOD) in chronic experimental alcoholism : effects of vitamin E-supplemented and-deficient diets. *Alcohol Alcohol.*, **35**, 159-163 (2000)
30. Csonka, C., Pataki, T., Kovacs, P., Muller, S.L., Schroeter, M.L., Tosaki, A. and Blasig, I.E. : Effects of oxidative stress on the expression of antioxidative defense enzymes in spontaneously hypertensive rat hearts. *Free Radic. Bio. Med.*, **1**, 612-619 (2000)
31. Scott, R.B., Reddy, K.S., Husain, K., Schlorff, E.C., Rybak, L.P. and Soman, S.M. : Dose response of ethanol on antioxidant defense system of liver, lung, and kidney in rat. *Pathophysiology*, **7**, 25-32 (2000)
32. Soriani, M., Pietratorte, D. and Minetti, M. : Antioxidant potential of anaerobic human plasma : role of serum albumin and thiols as scavengers of carbon radicals. *Archives of Biochem. Biophys.*, **312**, 180-188 (1994)

(2001년 7월 14일 접수)