

## 갯장어껍질 열수 추출물의 항산화 효과

신현재, 김윤수, 남형근, 나명순<sup>1</sup>, 김미혜<sup>2</sup>, 강형봉<sup>3</sup>, 이희덕<sup>4</sup>, 최두복<sup>5</sup>, 최은유<sup>6</sup>, 차월석\*

## Antioxidant Effect of Hot Water Extract of *Muraenesox cinereus*'s Skin

Hyun-Jae Shin, Yoon-Soo Kim, Hyung-Gun Nam, Myung-Soon Na<sup>1</sup>, Mi-Hye Kim<sup>2</sup>, Hyeong-Bong Kang<sup>3</sup>, Hee-Duck Lee<sup>4</sup>, Du Bok Choi<sup>5</sup>, On-You Choi<sup>6</sup> and Wol-Suk Cha\*

접수: 2011년 1월 8일 / 게재승인: 2011년 2월 22일  
© 2011 The Korean Society for Biotechnology and Bioengineering

**Abstract:** For the development of functional food and cosmetics using hot water extract of *Muraenesox cinereus*'s skin, contents of vitamin, amino acid and element, and antioxidant activity were investigated. The results are shown as follows: among vitamins, A (0.21 mg/100 g), C (78.12 mg/100 g), D<sub>3</sub> (0.03 mg/100 g), E (1.97 mg/100 g) and Niacin (2.53 mg/100 g) were detected, respectively. Mineral contents were an order of K > P > Na > Mg > Ca > Fe and Zn. Contents of total amino acids were an order of Pro > Gly > Arg > Glu >

Phe > Ala. Especially, the sum of total amino acids was 27.17 mg/100 mL, which was about 4.0 fold higher than that of free amino acid. DPPH radical scavenging activity of hot water extract of *M. cinereus*'s skin at 25 mg/mL was 63.5% and did not increase at above 50 mg/mL. Activities of antioxidant enzymes in the liver of ethanol-treated rats using hot water extract of *M. cinereus*'s skin were investigated. Compared to control group, activities of ADH and GSH-px were decreased. In the case of CAT and SOD activity, they were increased. These results showed that the hot water extract of *M. cinereus*'s skin can be applied to raw macterial for functional food and cosmetics.

**Keywords:** *Muraenesox cinereus*'s skin, hot water extract, amino acid, catalase, superoxide dismutase

조선대학교 생명화학공학과  
Department of Chemical and Biochemical Engineering, Chosun University, Gwangju 501-759, Korea  
Tel: +82-62-230-7218, Fax: +82-62-230-7218  
e-mail: wscha@chosun.ac.kr (Wol-Suk Cha)

<sup>1</sup>조선대학교 산업대학원 미용향장학과  
<sup>1</sup>Department of Beauty and Cosmetic Graduate School of Industry, Chosun University, Gwangju 501-759, Korea

<sup>2</sup>남부대학교 향장미용학과  
<sup>2</sup>Department of Cosmetic Beauty, Namboo University, Gwangju 506-706, Korea

<sup>3</sup>국방기술품질원  
<sup>3</sup>Defense Agency for Technology and Quality, Seoul 130-650, Korea

<sup>4</sup>식품연구소  
<sup>4</sup>Korea Advanced Food Research Institute, Seoul 137-850, Korea

<sup>5</sup>BK company R&D  
<sup>5</sup>Biotechnology Lab, BK Company R&D center, Jeonbuk 570-750, Korea

<sup>6</sup>초당대학교 환경보건학과  
<sup>6</sup>Department of Environmental Health, Chodang University, Chonnam 534-800, Korea

### 1. 서론

현대의학과 문명의 발달로 인간의 평균 수명은 점차 증가되고 있으나 대기, 수질 등 환경의 오염과 사회생활에 따른 다양한 스트레스 및 영양 편중으로 인해 야기되는 인체 내외의 많은 요인들은 건강을 위협하는 요소가 되고 있어 건강장수를 위한 관심은 더 고조되고 있다. 이러한 관심중 하나가 쉽게 접할 수 있고, 거부감이 적은 건강기능식품 및 기능성식품으로 대표되는 식품군이다. 기능성식품의 범위는 유해물질의 중화 및 해독, 배설 그리고 혈압 및 혈당, 콜레스테롤의 저하, 비만 예방, 다이어트 효과를 가지는 식품에서 더 나아가 생체방어 및 면역, 질병의 예방, 치료, 회복, 노화억제 등의 생체조절 역할까지로 점차 확대되고 있다 [1]. 식품 성

분의 대표적 기능성인 항산화 활성은 생체 내에서 DNA 손상, 암 유발, 노화 등 다양한 질병의 원인과 관련성이 있는 유리 자유기에 의한 손상을 방지함으로써 생체를 보호하는 중요한 기능성으로 주목 받고 있다 [2,3]. 항산화제는 산화로 인한 여러가지 바람직하지 않은 화합물의 형성을 방지하기 위해 지질 시스템 내에 첨가 된다. 산화에 의해 생성되는 각종 산화 생성물은 DNA를 손상 시키거나 암을 유발 하면 인간의 노화도 관계가 있는 것으로 알려져 있다 [4,5]. 식품에서 butylated hydroxyl anisol (BHA)과 butylated hydroxyl toluene (BHT) 등 합성 항산화제가 있으나 이들은 합성 식품 첨가물의 일반적인 기피 현상뿐만 아니라 과량 섭취 할 경우 감 및 위장 점막, 폐, 신장, 순환계 등에 심각한 독성 작용을 일으킬 수 있다는 것으로 알려져 [6] 안전한 대체 항산화제에 대한 연구가 요구되고 있다.

갯장어 (sea eel, *Muraenesox cinereus*)는 일본어로 하모라는 이름으로 잘 알려져 있고 주둥이가 뾰족한 편이고 등쪽이 초록색, 배쪽은 은백색이며, 날봉장어 등과 함께 어체가 뱀모양을 하고 있어 뱀장어목으로 분류 되는 장어류로 예부터 고혈압 등의 성인병 예방이나 허약체질 개선, 원기회복에 효능이 있어 생선회 및 구이용으로 많이 이용 되고 있다 [7]. 최근에는 갯장어 회를 이용한 훈제품의 가공, 어묵 원료로서의 기능성을 검토 하기 위해 일반 성분, 영양특성 및 조직 특성을 검토했다 [8-10]. 그러나 갯장어껍질에 대한 연구는 아직 미비한 상태이다.

따라서 본 연구에서는 갯장어껍질 열수추출물을 이용하여 기능성 식품 및 화장품의 제조하기 위한 전 단계로서 열수추출만으로도 쉽게 제품에 적용할 수 있도록 하기 위하여 비타민, 무기질 및 아미노산 함량, 항산화활성을 검토하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 시약

본 연구에 사용된 시약은 시그마 (Sigma, Co., USA)에서 구입하였다.

### 2.2. 재료

갯장어는 광주 광역시 서부시장에서 구입한 후 세척하여 껍질을 열수추출하였다.

### 2.3. 열수 추출

갯장어껍질 4 kg을 취하여 감압 열수 추출기에 투입한 후 4 L 물을 넣고 100°C에서 60분간 가열 후 80°C로 3시간 동안 가열하였다. 이것을 여과용 천에 쌓고 filtering 하여 3 L의 여액을 만들어 90°C로 Gel상태로 농축하여 약 1.5 L 열수 추출물을 제조하였다. 샘플로 사용 하기 위해서 동결 건조하였다.

### 2.4. 무기물 분석

열수 추출물에 함유되어 있는 무기물의 분석은 ICP-AES (OPTIMA 4300 DV, PerkinElmer, USA)로 분석하였으며, Cu, Se, Ge, 및 Cd는 ICP-MS (Xseries, ThermoElemental, USA)

로 분석하였다.

### 2.5. 비타민 분석

비타민 분석은 HPLC (Waters 510, USA)로 분석하였다. HPLC 분석조건은 C<sub>18</sub> Column (Bondapak C<sub>18</sub>, 0.39 × 30 cm, 10 μm)이며 유속은 solvent 30 mL/hr, ninhydrin 20 mL/hr 이고, solvent 압력은 5.5 bar였다.

### 2.6. 구성 아미노산 (total amino acid) 분석

구성 아미노산 분석을 위하여 먼저 샘플 1 g을 6 N의 HCl로 가수분해하였다. 가수분해한 시료를 이용하여 loading buffer (lithium citrate, pH 2.2) 5 mL에 넣고 초음파 추출을 30분간 시행한 후 0.45 μm filter로 여과하고 10% 5-sulphosalicylic acid 1 mL와 위 샘플 1 mL을 혼합한 후 4°C에서 1시간 방치하여 침전물을 제거한 후 여과하였다. 이 중 10 mg을 취하여 PITC labeling한 후 얻은 시료 400 μL 중에서 50 μL을 취하여 HPLC (Waters 510, USA)를 이용하여 분석하였다. HPLC 컬럼은 Pico-Tag column (3.9 × 300 mm)을 사용하였다. 검출기는 photodiode array detector (Waters, USA)를 이용하여 254 nm에서 검출하였다.

### 2.7. 유리 아미노산 분석

시료 1 g에 증류수 20 mL을 가하여 80°C에서 2시간 증탕한 후 원심 분리하여 상층액을 회수하였다. 이를 동량의 chloroform으로 washing 하고 다시 원심 분리하여 상층액을 시료로 사용하였다. 이 중 10 mg을 취하여 PITC labeling한 후 얻은 시료 400 μL 중에서 50 μL을 취하여 HPLC (Waters 510 system)를 이용하여 분석하였다. HPLC 컬럼은 Pico-Tag column (3.9 × 300 mm, Waters, USA)을 사용하였다. 검출기는 Photodiode arraydetector (Waters, USA)를 이용하여 254 nm에서 검출하였다.

### 2.8. DPPH radical 소거능 분석

DPPH (1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl) 3 mg을 에탄올 15 mL에 녹인 용액 1.5 mL에 다시 에탄올 3 mL와 DMSO 0.5 mL을 혼합하였다. 그리고 시료 100 μg을 1 mL에 녹인 용액 50 μL와 제조한 DPPH 용액을 혼합하여 10분간 상온에서 반응시킨 후 518 nm에서 흡광도를 측정하였다. 샘플을 첨가하지 않은 대조군과 비교하여 유리 라디칼 소거 (Free radical scavenging) 활성을 백분율로 나타냈다.

### 2.9. 실험동물

실험에는 Sprague-Dawley계 8주령 (190 ± 15 g) 웅성 (male) 흰쥐 (rats)를 대한 바이오링크에서 도입하여 사용하였다. 사육장은 인공조명설비에 의하여 조명시간을 하루 12시간으로 조절하였고, 실내온도는 20 ± 1°C로 유지하였다. 사육 케이지당 3마리씩 사육하였으며, 사료와 깔짚은 대한바이오링크에서 구매하여 사용하였다. 급수는 일반 상수도를 사용하였으며, 사료와 급수는 제한하지 않았으며, 정상사료를 급여하면서 2주일간 예비 사육한 후에 실험에 사용하였다.

### 2.10. 산화적 스트레스 유발 및 시료투여

흰쥐를 예비 사육한 후, 아무런 약물을 투여하지 않은 정상군 (normal group), 알코올 단독투여군인 대조군 (control group), 알려진 항산화제인 silymarin 투여군 (silymarin group), 그리고 갯장어껍질 열수추출물 투여군인 샘플 투여군 (sample group)으로 나누었다. 정상군을 제외한 실험군에 4주일 (1-4 week) 동안 매일 마리당 20% 에탄올 5.0 mL (2.5 mL at 10 : 00, and 2.5 mL at 18 : 00)를 경구투여 산화적 스트레스를 유발하였다. 이후 4주일 (5-8 week) 동안에는 20% 에탄올을 투여함과 함께 silymarin 및 샘플을 19 : 00에 투여 하였고, 8주일이 지난 그 다음날 혈액과 간 (liver)을 채취하였다.

### 2.11. 간장 적출 및 효소액 조제

적출한 간장 (liver)은 0.9%의 식염수로 세척하여 여과지로 수분을 제거한 다음 -20°C의 냉동고에 보관하면서 사용하였고, 조직 균질액 및 효소액을 준비하였다. 간장 (liver) 1.0 g에 10.0 mL의 0.25 M sucrose 용액을 가한 다음 빙냉상태에서 glass teflon homogenizer (800 rpm)를 사용하여 마쇄하였다. 마쇄한 용액을 600 × g로 15분간 원심분리 하였으며, 상등액 (Liver homogenate) 1.0 mL을 취하여 glutathione (GSH) 함량측정에 사용하였다. 나머지 9.0 mL을 10,000 × g로 20분 동안 재원심분리하여 얻어진 침전물 (mitochondria pellet)에 1.0 mL의 50 mM PBS (phosphate buffered saline, pH 7.0)을 가하여 catalase 활성측정에 사용하였다. 상등액은 초원심분리 (105,000 × g, 60 min)하여 얻은 상등액을 superoxide dismutase (SOD), glutathione peroxidase (GSH-px), alcohol dehydrogenase (ADH) 및 acetaldehyde dehydrogenase (ALDH) 측정용 샘플로 사용하였다.

### 2.12. ADH 및 ALDH 활성 분석

ADH는 0.2 M ethanol 0.1 mL, 0.5 M semicarbazide 0.02 mL, 0.1 M NAD (in 0.01 M HCl) 0.02 mL 및 0.1 M Tris buffer (pH 8.5) 2.0 mL를 혼합한 다음, 30°C에서 온도를 조정하였다. 이 혼합액에 미리 준비된 효소액 0.1 mL를 가하여 파장 340 nm에서 1분간의 흡광도 변화를 측정하였으며, 생성된 NADH의 량을 활성으로 환산하였다. ALDH활성은 75 mM phosphate buffer (pH8.8) 0.4 mL에 증류수 70 µL, 12 mM NAD 70 µL, 12 mM magnesium chloride 70 µL, 2.4 mM 4-methyl pyrazole 70 µL, 8 mM rotenone (in MeOH) 2 µL를 혼합한 다음, 준비된 효소용액 0.1 mL을 첨가하였으며, 5 mM acetaldehyde 0.1 mL을 가하여 반응을 시작하였다. 반응은 30°C에서 시행하였고, 340 nm에서 1분간 흡광도 측정하여 생성된 NADH의 량을 활성으로 환산하였다.

### 2.13. GSH-px 활성 분석

GSH-px 활성은 1 mM sodium azide와 1 mM EDTA를 함유하는 0.1 M potassium phosphate buffer (pH 7.0) 500 µL, 효소액 100 µL, glutathione reductase (2.768 U/mL) 100 µL, 1 × 10<sup>-2</sup> M glutathione 100 µL을 혼합, 37 °C에서 10분 동안 예비 배양한 후 이 반응액에 0.1% NaHCO<sub>3</sub>에 녹인 1.5 × 10<sup>-3</sup> M NADPH 100 µL를 가해 1분간 그리고 1.5 × 10<sup>-3</sup> M

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 100 µL을 가한 후 다시 1분간 340 nm에서 흡광도를 측정하였다.

### 2.14. Catalase 활성

Catalase 활성은 0.1 mL의 mitochondria pellet을 1.0 mL의 0.1 M potassium phosphate (pH7.4)으로 희석한 용액 10 µL와 2.89 mL의 50 mM potassium phosphate (pH 7.0)를 혼합한 다음, 0.1 mL 30 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 첨가하여 반응을 유도하였다. 25°C에서 5분간 반응시켜 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 감소량을 240 nm에서의 흡광도 변화로 측정하였다. 효소활성 (U/mg protein)은 1분간 1 µM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 분해시키는 데 요구되는 효소량으로 나타내었다.

### 2.15. Glutathione

Glutathione (GSH)의 함량은 균질액 (Liver homogenate) 0.5 mL에 동량 (v/v)의 4% sulfosalicylic acid를 첨가한 다음, 원심분리 (600 × g, 15 min) 하였다. 상등액 0.3 mL에 2.7 mL의 disulfide reagent (5,5'-dithiobis; 2-nitro benzoic acid 39.636 mg in 1 L 0.1 M phosphate buffer, pH 8.0)를 첨가하여 412 nm에서 흡광치를 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 비타민, 무기물, 및 아미노산 함량

갯장어 껍질 열수추출물을 이용하여 비타민 A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, C, D<sub>3</sub>, E, K<sub>1</sub>, Niacin, Pantothenic acid, Biotin, Folic acid, 베타 카로틴 등을 분석하였다. 분석한 결과는 Table 1에 나타내었다. 여러 비타민 중에서 비타민 A (0.21 mg/100 g), C (78.12 mg/100 g), D<sub>3</sub> (0.03 mg/100 g), E (1.97 mg/100 g) 및 Niacin (2.53 mg/100 g)가 검출되었다. 그러나 그 외의 비타민은 검출 되지 않았다. 이는 갯장어 껍질 열수 추출 시 비타민 C를 비롯한 열에 약한 비타민은 파괴되어 검출되지 않는 것으로 사료된다. 무기물 분석한 결과는 Table 2에 나타내었다. 무기물 함량은 K가 6,973.26 mg/kg)으로 가장 높았고 그 다음으로 P > Na > Mg > Ca > Fe > Zn > 순이었고 Mn와 Se은 1.0 mg/kg 이하였다. 그러나 Ge와 Cd는 검출 되지 않았다. Free 아미노산 및 구성 아미노산 분석 결과는 Table 3에 나타내었다. 갯장어 껍질 열수 추출물의 유리 아미노산은 18종이 검출되었고 유리 총 유리 아미노산 농도는 6.40 mg/100 mL였다. 그 중에서 Arg이 3.14 mg/100 mL로 가장 높았고 그 다음으로 His > Gly > Thr > Lys > Pro > Ala > Glu > Leu > Val > 순이었고 Asp, Asn, Ser, Tyr, 및 Met경우는 0.1 mg/100 mL이하였다. 그러나 Gln 및 Cys은 검출 되지 않았다. 구성 아미노산은 총 18종이 검출되었고 그 중에서 Pro이 11.67 mg/100 mL로 가장 높고 그 다음으로 Gly > Arg > Glu > Phe > Ala 순이었고 그 외의 아미노산은 1.00 mg/100 mL 이하였다. 그러나 Asn 및 Gln은 검출 되지 않았다. 특히 총 구성 아미노산 농도는 27.17 mg/100 mL였고 유리 아미노산에 비해 약 4.0배 높았다.

**Table 1.** Contents of vitamin E and C in hot water extract of *M. cinereus*'s skin

Vitamins	Content (mg/100 g)
A	0.21
C	78.12
D <sub>3</sub>	0.03
E	1.97
Niacin	2.53

**Table 2.** Contents of mineral hot water extract of *M. cinereus*'s skin

Minerals	Content (mg/kg)
Ca	151.23
K	6,973.26
Mg	292.66
Na	1,762.12
P	2,876.33
Fe	3.04
Mn	0.17
Zn	3.00
Cu	0.88
Se	0.16
Ge	-
Cd	-

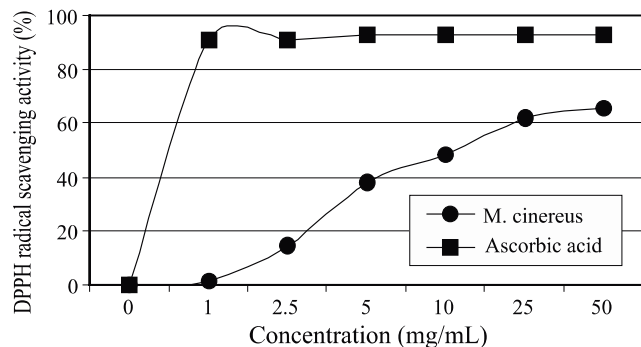
**Table 3.** Contents of amino acids hot water extract of *M. cinereus*'s skin

Amino acid kinds	Free amino acid con (mg/100 mL)	Total amino acid con (mg/100 mL)
Asp	0.07	0.39
Glu	0.15	1.10
Asn	0.01	-
Ser	0.09	0.47
Gln	-	-
Gly	0.45	4.45
His	0.66	0.58
Arg	3.14	2.48
Thr	0.42	0.98
Ala	0.28	1.00
Pro	0.31	11.67
Tyr	0.04	0.56
Val	0.10	0.46
Met	0.05	0.37
Cys	-	0.06
Ile	0.07	0.31
Leu	0.13	0.59
Phe	0.04	1.08
Trp	0.07	0.05
Lys	0.32	0.57
Total	6.40	27.17

### 3.2. DPPH radical 소거능

DPPH는 free radical을 가지고 있는 수용성 물질로서 515-520 nm 부근에서 최대 흡광도를 가지며 항산화 활성이 있는 물질과 만나면 전자를 내어주며 radical이 소거되고 탈색된다. 이러한 DPPH는 dioxane이나 CCl<sub>4</sub>와 같은 비극성

용매에서는 2차, 3차 산화 반응이 일어나기도 하나 DPPH의 질소 원자와 alcohol간에는 수소 결합이 형성되기 때문에 alcohol용액 내에서는 비교적 안정하다 [11]. 갯장어 껍질 열수추출물의 항산화효과를 알아보기 위해 DPPH 라디칼 소거능을 측정 했고 그 결과는 Fig 1에 나타 내었다. DPPH 라디칼 소거능은 열수추출물 농도 1.0 mg/mL까지는 함량이 1.0% 이하였다. 2.5 mg/mL부터 DPPH 라디칼 소거능은 열수추출물의 농도에 비례하였다. 특히 추출물 농도가 2.5 mg/mL에서 25.0mg/mL 증가 할 경우 DPPH 라디칼 소거능은 14.6%에서 63.5%로 증가하였다. 그러나 추출물이 50.0 mg/mL 이상일 경우 DPPH 라디칼 소거능은 증가하지 안 했다. 표준 물질인 ascorbic acid 1.0 mg/mL에서는 DPPH radical 소거능은 92.3%였다.

**Fig. 1.** Effect of extract concentration of hot water extract of *M. cinereus*'s skin on DPPH radical scavenging activity.

### 3.3. 체중 및 간장중량

알코올 (20%, 5mL/day)을 4주일 동안 투여한 다음, 알코올을 계속 투여하면서 4주일 동안 시료를 병행하여 투여하여 8주일후의 흰쥐의 증가체중 (Body wt. Increase during last 4 wks), 간장 (liver)의 무게 및 간장의 체중비레 무게 (Liver/Body)을 분석하였고 그 결과는 Table 4와 같았다. 대조군 (control group), 썬플 투여군 (sample group) 및 항산화 물질인 silymarin투여군 (silymarin group) 등 알코올 투여군의 증가체중은 정상군에 비하여 유의하게 적었으며, 대조군과 비교하였을 때 시료 투여군의 증가체중은 유의한 차이가 없었다. 대조군의 간장무게는 정상군과 유의한 차이가 없었으며, 썬플 투여군의 경우는 대조군과 유의한 차이가 없었다. 대조군의 체중비레 무게는 정상군과 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나, 대조군과 체중비레무게를 비교하였을 때 시료 및 Silymarin투여군은 대조군에 비하여 유의하게 낮았다.

**Table 4.** Body weight increase during last 4 weeks, and Liver weight

Groups	Body wt. (g)	Liver wt. at last day	
		Liver (g)	Liver/Body wt. (%)
Normal group	214.5	18.2	3.55
Control group	186.0 <sup>+</sup>	16.5	3.48
Sample group	179.2	15.1	3.18
Silymarin group	174.5	15.0	3.20

**3.4. ADH 및 ALDH 활성**

생체내에서 여러 경로에 의해 유발되는 산화적 스트레스는 생체 안에 존재하는 항산화계에 의해 제거되지만, 산화적 스트레스가 과다하여 해소되지 못하면 생체막의 손상, 고분자 단백질 및 DNA의 변형과 기능상실 등 퇴행성 질환이 유발될 수 있다 [12]. 산화적 스트레스의 주요 요인 중 하나인 에탄올은 간 (liver)에서 에탄올을 acetaldehyde로 산화시키는 ADH는 상승시키고, acetaldehyde를 acetate로 전환시키는 ALDH활성의 저하가 유발된다 [13]. 간장 (liver)의alcohol dehydrogenase (ADH) 및acetaldehyde dehydrogenase (ALDH) 활성은 Table 5와 같다. 알코올을 투여한 대조군의 ADH 활성 (2.86 unit/min) 은 정상군 (2.22 unit/min)에 비하여 유의하게 상승하였다. 샘플 투여군의 ADH 활성 (2.69 unit/min) 대조군과 비교하였을 때, 시료 다소 저하된 경향은 보였다. 또한 대조군의 ALDH 활성은 5.53 unit/min으로 정상군 (6.67 unit/min)에 비하여 유의하게 저하되었다. 샘플 투여군 ALDH 활성은 대조군과 비교하였을 때 약간 상승 하였고, silymarin 투여군은 활성이 유의하게 상승하였다.

**Table 5.** ADH and ALDH activities in the liver of ethanol-treated rats

Groups	ADH activity (Unit/min)	ALDH activity (Unit/min)
Normal group	2.22	6.67
Control group	2.86	5.53
Sample group	2.69	5.98
Silymarin group	2.65	6.13

**3.5. Antioxidant enzyme 활성**

생물의 호흡과정에서 생성되는 활성산소 (O<sub>2</sub><sup>-</sup> superoxide)는 DNA 및 단백질의 산화를 유발하여 생체의 산화적 스트레스 (장애)를 초래하게 된다. 에탄올이 과다 투여되면 활성산소 제거에 관여하는 대표적 효소인 CAT, SOD의 활성은 저하된다 [14,15]. 한편, 생체내에 존재하는 비단백질성 주요 티올 (thiol)로서 항산화에 핵심적인 기능을 하는 hepatic GSH는 에탄올 과용 시 간장에서 저하되며 [16,17], GSH-Px 활성의 상승된다고 알려져 있다 [18,19]. 흰쥐를 대상으로 알코올 성 산화적 스트레스를 유발한 다음 갯장어껍질 추출물의 항산화 효과를 검토하였다. 항산화 효소 활성을 검토하기 위해 CAT, SOD, Glutathione GSH-px, 및 GSH 함량을 분석하였다. 그 결과는 Table 6에 나타 내었다. 알코올이 투여된 대조군의 CAT 활성은 정상군에 비하여 현저하게 저하되었다 (14.8 unit/mg protein). Silymarin 투여군은 대조군에 비하여 CAT 활성이 유의하게 상승하였으나, 샘플 투여군의 CAT

활성은 대조군과 비교해서 약간 상승하였다 (17.9 unit/mg protein). 샘플 투여군의 SOD 활성은 대조군과 비교해서 약간 상승했다. 그러나 Silymarin 투여군의 SOD활성은 대조군에 비하여 유의하게 상승하였다. 대조군의 GSH-px 활성은 정상군에 비하여 유의하게 상승하였다. Silymarin 투여군의 GSH-px 활성은 대조군에 비하여 유의하게 상승하였으나, 샘플 투여군의 GSH-px 활성은 대조군과 비교해서 약간 상승했다 (17.7 unit/mg protein). GSH 함량의 경우는 정상군에 비하여 현저하게 저하되었고, Silymarin 투여군의 경우는 대조군에 비하여 유의하게 상승하였다. 시료 투여군의 GSH 함량은 대조군과 비교해서 약간 상승했다 (data not shown).

결론적으로 갯장어껍질은 간 (liver)에서의 ADH 및 GSH-px 활성은 저하되었고, CAT 와 SOD의 활성은 상승하였다. 이러한 결과는 갯장어껍질 추출물이 알코올성 산화적 스트레스를 완화시키는데 유효함을 시사하였다.

**4. 결론**

본 연구는 갯장어껍질 열수추출물을 기능성 식품 및 화장품 재료로 활용하고자, 비타민, 무기질, 아미노산 및 항산화 활성을 분석하였다. 여러 비타민 중에서 비타민 A (0.21 mg/100 g), C (78.12 mg/100 g), D<sub>3</sub> (0.03 mg/100 g), E (1.97 mg/100 g) 및 Niacin (2.53 mg/100 g)가 검출 되었다. 무기물 함량은 K가 6,973.26 mg/kg으로 가장 높았고 그 다음으로 P > Na > Mg > Ca > Fe > Zn 순이었다. 구성 아미노산은 총 18종이 검출 되었고 그 중에서 Pro이 11.67 mg/100 mL로 가장 높고 그 다음으로 Gly > Arg > Glu > Phe > Ala 순이었다. 특히 총 구성 아미노산 농도는 27.17 mg/100 mL으로 유리 아미노산에 비해 약 4.0배 높았다. 간 (liver)에서의 대조군과 비교해서 ADH 및 GSH-px 활성은 저하되었고, CAT와 SOD의 활성은 상승하였다. 이러한 결과는 갯장어껍질 추출물이 알코올성 산화적 스트레스를 완화시키는데 유효함을 시사하였다. 따라서 갯장어껍질 열수추출물은 기능성식품 및 화장품원료로 이용가치가 높을 것으로 판단된다. 그러나 기능성식품 및 화장품원료로 사용 하기 위해서 갯장어껍질 열수추출물의 방법을 구체적인 연구가 필요하다.

**감사**

본 연구는 교육과학기술부와 한국연구재단의 지역혁신인력 양성사업으로 수행된 결과임 (2010).

**Table 6.** Activities of CAT, SOD,and GSH-px in the liver of ethanol-treated rats

Groups	CAT activity (Unit/mg protein)	SOD activity (Unit/mg protein)	GSH-px activity (Unit/mg protein)
Normal group	26.5	12.3	16.7
Control group	14.8	8.8	19.2
Sample group	17.9	10.4	17.7
Silymarin group	19.3	11.5	18.6

## References

1. J. P. Kim, I. J. Chon, H. K. Cho, I. H. Han, and W. K. Whan (2004) The antioxidant and the antidiabetic effects of ethanol extract from biofunctional foods prescriptions. *Kor. J. Pharmacogn.* 35: 98-103.
2. B. Halliwell and J. M. C. Gutteridge (1984) Oxygen toxicity, oxygen radicals, transition metals, and disease. *Biochem. J.* 219: 1-8.
3. H. J. Lee and Y. W. Seo (2006) Antioxidant properties of erigeron annuus extract and its three phenolic constituents. *Biotechnol. Bioprocess Eng.* 11: 13-18.
4. Y. Sun (1990) Free radicals, antioxidant enzymes, and carcinogenesis. *Free Radical Biol. Med.* 8: 583-599.
5. C. Kaur and H. C. Kapoor (2002) Anti-oxidant activity and total phenolic content of some asian vegetables. *Inter. J. Food Sci. Technol.* 37: 153-161.
6. H. Masuda, K. Amaoka, C. Araga, T. Uyeno, and T. Yoshino (1984) *The Fishes of Japanese Archipelago*. pp. 437-441. Tokai University Press, Tokyo, Japan.
7. J. S. Kim, K. S. Oh, and J. S. Lee (2001) Comparison of food component between conger eel and sea eel as a sliced raw fish meat. *J. Kor. Fish. Soc.* 34: 678-684.
8. C. K. Park, H. Y. Yun, S. B. Suh, E. H. Lee, and Y. C. Yoo (1986) Studies on the processing and preservation of seasoned-smoked fish. *Bull. Fish. Res. Dev. Agen.* 37: 185-200.
9. S. T. Yang and E. H. Lee (1985) Fish jelly forming ability of pretreated and frozen common carp and conger eel. *Bull. Kor. Fish. Soc.* 18: 139-148.
10. P. L. Teissedre, E. N. Frankel, A. L. Waterhouse, H. Peleg, and J. B. German (1996) Inhibition of *in vitro* human LDL oxidation by phenolic antioxidants from grapes and wines. *J. Sci. Food Agric.* 70: 55-61.
11. E. Y. Sozmen, T. Tanyakin, T. Onat, F. Kufay, and S. Erlacin (1994) Ethanol-induced oxidative stress and membrane injury in rat erythrocytes. *Eur. J. Clin. Chem.* 32: 741-744.
12. D. Bunout (1999) Nutritional and metabolic effects of alcoholism: their relationship with alcoholic liver disease. *Nutrition*, 15: 583-589.
13. A. D. Antonekov and L. F. Panchenko (1988) Effect of chronic ethanol treatment under partial catalase inhibition on the activity of enzymes related to peroxide metabolism in rat liver and heart. *Int. J. Biochem.* 20: 823-828.
14. D. Duve and P. Baudhuin (1996) Peroxisomes. *Physiol. Rev.* 46: 323-341.
15. H. Gueeri (1995) Influence on prolonged ethanol intake on the level and turnover of alcohol and aldehyde dehydrogenase and glutathione. *Adv. Exp. Med. Biol.* 23: 12-14.
16. H. Speisky, A. MacDonald, G. Giles, H. Orrego, and Y. Israel (1985) Increased loss and decreased synthesis of hepatic glutathione after acute ethanol administration. *Biochem. J.* 225: 5751-5754.
17. R. Kakkar, J. Kalra, S. V. Mantha, and K. Prasad (1995) Lipid peroxidation and activity of antioxidant enzymes in diabetic rats. *Mol. Cell. Biochem.* 151: 113-119.
18. J. H. Doroshow, G. Y. Lockes, and G. E. Myers (1980) Enzymatic defenses of the mouse heart against reactive oxygen metabolites. *J. Clin. Invest.* 65: 128-35.