

## 전복(*Haliotis discus hannai*) 추출물의 혈압강하, 항산화능 및 항혈전능에 대한 *in vitro* 효과

김학렬<sup>1†</sup> · 강성국<sup>2</sup> · 김인철<sup>2</sup> · 김선재<sup>3</sup> · 김두운<sup>3</sup> · 마승진<sup>2</sup> · 고천성<sup>2</sup> · 이 화<sup>2</sup> · 김민정<sup>2</sup> · 이태훈<sup>2</sup> · 함경식<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>목포대학교 식품공학과 및 천일염생명과학연구소

<sup>2</sup>목포대학교 식품공학과 및 식품산업기술연구센터

<sup>3</sup>전남대학교 식품공학·영양학부

### *In vitro* Anti-hypertensive, Antioxidant and Anticoagulant Activities of Extracts from *Haliotis discus hannai*

Hag-Lyeol Kim<sup>1†</sup>, Seong-Gook Kang<sup>2</sup>, In-Chul Kim<sup>2</sup>, Seon-Jae Kim<sup>3</sup>, Du-woon Kim<sup>3</sup>, Seung-Jin Ma<sup>2</sup>,  
Tiancheng Gao<sup>2</sup>, Hua Li<sup>2</sup>, Min-Jung Kim<sup>2</sup>, Tae-Hoon Lee<sup>2</sup> and Kyung-Sik Ham<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Food Science & Technology and Solar Salt Biotechnology Research Center,  
Mokpo National University, Jeonnam 534-729, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Food Science & Technology and Food Industrial Technology Research Center,  
Mokpo National University, Jeonnam 534-729, Korea

<sup>3</sup>Division of Food Technology & Nutrition, Chonnam National University, Jeonnam 550-749, Korea

#### Abstract

The purpose of this study was to examine the *in vitro* effects of body and visceral portion of *Haliotis discus hannai* on angiotensin converting enzyme (ACE) activity and antioxidant and anticoagulant capacity. Extracts from both abalone body and visceral portion using 80% ethanol showed a high ACE-inhibitory effect. While ACE-inhibitory effect of extracts of the body part was dose-dependent, visceral extracts did not show any difference by the level of concentration. ACE-inhibitory effect of the visceral portion was much higher than that of the body. Antioxidant capacity was increased with increasing concentration of 80% ethanol body extracts although the capacity was low. The 80% ethanol visceral extracts showed a similar level of antioxidant capacity to the body extract in low concentration. Water extracts showed a dose-dependent increase in the activity. There was no significant difference in the antioxidant activity between the body and the visceral part. Anticoagulant capacity of 80% ethanol extracts, which was measured using prothrombin time (PT), was higher in the body part than the visceral part. Water extracts of *Haliotis discus* showed no any significant effect on anticoagulant capacity. The *in vitro* effects were also examined after *Haliotis discus* was refrigerated for 48 hours. Higher ACE-inhibitory effect was observed for the visceral portion than the body, in particular, before the sample was refrigerated. Antioxidant effect of *Haliotis discus* increased with increasing level of the sample before it was refrigerated. However, there was a significant difference between the body and the visceral part, which showed significantly higher capacity. There was no significant difference between the body and visceral part in PT regardless of refrigeration. While activated partial thromboplastin time (APTT) showed no significant difference between body and visceral part, there was a significant difference in the capacity between before and after the refrigeration, which showed much lower coagulant capacity.

**Key words:** *Haliotis discus hannai*, *in vitro*, angiotensin converting enzyme inhibition, antioxidant capacity, anticoagulant capacity

#### 서 론

전복류는 복족류에 속하는 수산생물로 간조선에서 수심 5~50 m 되는 외양의 심 지방이나 암초에 서식하며 바닷물이 깨끗해 해조류가 많이 번식하는 지역에서 해조류를 주된 먹이로 하여 생육하는 것으로 알려져 있다. 전복은 현재 100

여종 이상 알려져 있으나 그 중 우리나라에 분포하는 전복류는 참전복 *Haliotis discus hannai*, 말전복 *H. gigantea*, 까막전복 *H. discus discus*, 시볼트전복 *H. sieboldii*, 오분자기 *H. diversicolor superfexta* 등 5종이 서식하고 있는 것으로 알려져 있다(1,2). 전복에 대한 국내연구는 대부분이 전복의 양식기술에 관한 연구(3-5)이며, 전복의 기능성에 관한 연구

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail: haglyeol@mokpo.ac.kr  
Phone: 82-61-454-1522. Fax: 82-61-454-1521

는 거의 보고되지 못하고 있는 실정이다. 전복은 비타민 B<sub>1</sub>, 비타민 B<sub>2</sub>가 많고 칼슘, 인 등의 미네랄이 풍부한 건강식으로 하여 일부 성분 분석차원에서 기초적인 연구가 수행된 바 있으며(6), 전복의 가공에 관한 연구로 “전복 추출물을 이용한 드링크의 제조”에 관한 연구(7,8)가 있으나 기능성에 관한 과학적 근거가 아직까지 부족한 실정이다. 전복은 그 희소성으로 인하여 가공식품 관련기술은 거의 없으나 저장성이 확보되고 한방약재로 활용하고자 가장 기본적인 가공방법인 마른전복으로 가공하는 방법이 이용되고 있다. 즉, 전복을 숙포(썰서 말린 것)로 만들면 마른 오징어처럼 하얀 가루가 생기는데, 이것은 타우린 성분으로 담석용해 및 간장의 해독기능을 강화하고 콜레스테롤의 저하와 심장기능의 향상 및 시력회복에 효과가 있는 것으로 알려져 있다(9). 그러나 국내에서 전복을 이용한 가공식품개발 및 기능성 식품소재 개발관련 연구는 거의 이루어지지 못하고 있다.

전복은 단백질과 비타민이 풍부하여 피부미용, 자양강장, 산후조리 등에 효능이 있을 뿐 아니라, 특히 타우린이 풍부하여 간장보호, 피로회복, 심근경색에 대한 예방효과를 가지고 있어 조개류의 귀족이라 할 만큼 영양면에서나 맛에서 다른 해산물과는 비교할 수 없을 정도의 특징을 가지고 있으며, 가격 또한 가장 비싼 해산물중 하나로 알려져 있다. 또한, 이러한 전복양식은 전복의 먹이인 해조류가 풍부한 전남지역에서 활발하게 진행되었고 특히 신안, 진도, 완도, 고흥, 여수 등에서의 가두리양식 또한 활발히 진행되어오고 있다. 그 결과 전복생산량은 2001년도에는 653 M/T에서, 2002년에는 1,000 M/T, 2003년에는 2,200 M/T, 2004년에는 4,000 M/T에 이르렀으며, 2005년에는 약 6,000 M/T이 생산될 것으로 추정될 만큼 급속도로 생산량이 증가되고 있는 실정이다. 뿐만 아니라 생산량의 증가로 전복 총 생산금액은 2001년에는 490억원에서 2005년 2,400억원으로 증가될 예정이나 판매단가는 오히려 kg당 2001년 75,000원에서 2005년 30,000~40,000원으로 50% 이상 하락할 것으로 예상되고 있다(10). 이러한 결과는 양식에 의한 대량생산이 전복의 희귀성에 따른 가치를 상실하게 됨으로써 과거 전복양식이 어가의 고소득사업이라는 관념을 깨버리는 계기가 될 것이다.

전복은 과거문헌(경험방, 다산방, 승금방, 촉본초, 의림찬요, 음식보)에 보면 산후 젖이 부족할 때 전복을 자주 삶아 먹으면 젖이 잘 나온다, 태동이 심할 때 전복 3~5개를 물에 달여 즙을 마시면 좋다, 입질에 전복껍데기를 갈아 매 두돈을 백탕으로 하루 두 번 먹는다, 전복은 해수를 다스릴 뿐만 아니라 눈을 밝게 한다, 전복은 심장을 보하고, 간장을 좋게 하며, 음을 자하고 눈을 밝게 한다. 열을 풀고, 큰 종기를 다스리며, 오름을 통하고, 황달을 다스린다, 전복은 간장과 신장을 보호하고, 정을 늘리며, 눈을 밝게 하고, 위를 열어 준다 등 전복의 효능과 이용방법들이 다양하게 보고된 바 있다.

이와 같이 전복의 효능과 기능 등이 일부 고대문헌에 알려져 있지만 이런 사실을 뒷받침할만한 과학적인 근거와 자료

는 절대적으로 부족한 실정이다(11).

따라서 본 연구에서는 전복의 육질과 내장을 분리하여 추출방법에 따른 기능성 성분의 혈압강하, 항산화능 및 항혈전능에 대한 *in vitro* 효과를 구명하는 것이다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

참전복은 전남 완도군에서 7~8월에 생산된 3년생 양식전복을 시료로 이용하였다. 본 연구에서 이용된 시약으로 hippuryl-histidyl-leucine, 1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl 등은 Sigma-Aldrich Chemical Co.(St. Louis, MO, USA) 제품을 구입하여 사용하였다.

### 시료의 전처리

전복은 육질과 내장을 분리하여 깨끗이 세척하고 적당한 크기로 세절하였으며, 수용성 추출조건과 80% ethanol 추출조건으로 나누어 이용하였다. 추출방법은 실온(25°C)에서 20분동안 각각의 시료 40 g을 증류수 또는 80% ethanol 100 mL를 첨가하여 혼합하였으며, 얻어진 추출물을 원심분리기(Hanil-5000, Korea)를 이용하여 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하고, 상층액을 취한 후 최종시료로 이용하였다.

### Angiotensin I-converting enzymes (ACE) 저해활성 측정

ACE 저해활성은 Chushman and Cheung의 방법(12)을 변형하여 실험하였다. 전복추출물을 생체중량으로 환산했을 때 생체중량 2.0 mg에서 20.0 mg에 상당하는 추출물(5~50 µL)을 300 mM NaCl을 함유한 100 mM sodium borate buffer(pH 8.3) 100 µL에 넣고, 이어 기질인 5 mM hippuryl-histidyl-leucine 50 µL를 혼합하여 37°C에서 10분간 preincubation하였다. 이어 ACE 조효소액 100 µL를 넣어 37°C에서 30분간 incubation시킨 다음, 1 M HCl 200 µL를 넣어 반응을 정지시킨 후 ethyl acetate 2 mL를 넣어 15초간 vortexing하였다. 이어 1,000 rpm에서 5분간 centrifuge한 후 ethyl acetate층을 1.5 mL 취하여 끓는 물에 중탕으로 휘발시킨 후, 1 N NaCl 1 mL를 넣고 vortexing하여 UV/VIS spectrophotometer(Hewlett Packard 8452A, USA)로 228 nm에서 흡광도를 측정하여 산출하였다.

### 1,1-Diphenyl-2-picryl-hydrazyl(DPPH)를 이용한 항산화능 측정

DPPH를 이용한 항산화능 측정은 Mensor 등의 방법(13)을 변형하여 실험하였다. 전복추출물을 생체중량으로 환산했을 때 생체중량 2.0 mg에서 20.0 mg에 상당하는 추출물(5~50 µL)과 0.5 mM 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) 1 mL를 혼합하였고, 이 반응액을 vortexing시킨 다음 암소에서 20분간 정치시킨 후 517 nm에서 흡광도를 측정하여

산출하였다.

#### 항응고 활성측정

전복의 육질과 내장의 수용성추출액과 80% 에탄올 추출액에 대한 항혈전능을 구명하기 위하여 혈액응고 분석기(COAG-A-MATE®XM, BIOMRIEUX, Inc, USA)를 이용하였으며, prothrombin time(PT)과 activated partial thromboplastin time(APTT)을 측정하여 항혈전능을 검사하였다. 즉, PT를 측정하기 위해 혈장 0.1 mL에 전복추출물을 생체중량으로 환산했을 때 생체중량 2.0 mg에서 20.0 mg에 상당하는 추출물(5~50 µL)을 혼합한 후 37°C에서 180초 동안 warming하였으며, thromboplastin reagent 0.2 mL를 첨가한 후 clotting time을 기록하였다. 또한 APTT는 혈장 0.1 mL에 전복추출물 0.1 mL를 혼합하고 37°C에서 60초 동안 warming하였으며, activator reagent 0.1 mL를 첨가한 후 300초 동안 활성화시켰으며, CaCl<sub>2</sub> 0.1 mL를 첨가하여 clotting time을 기록하여 산출하였다.

#### 통계처리

모든 자료는 SPSS statistical package(v.12.01)를 이용하였으며, 각각의 시료를 3회씩 측정하여 평균과 표준편차로 나타내었다. 농도차이에 따른 평균치 차이를 검증하기 위해 일원변량분석(One-way ANOVA) 및 자료의 특성에 따라 independent sample t-test를 적용하였으며, 반복측정에 의한 사후검증(Post hoc, Bonferroni test)을 실시하였다. 결과에 대한 가설 검증은 p<0.05 수준에서 검증하였다.

## 결과 및 고찰

#### 전복의 육질과 내장에서 혈압강하 효과

전복의 육질과 내장에서 추출방법을 달리하였을 때 농도별에 따른 혈압 강하효과를 평가한 결과는 Table 1에 나타낸 바와 같다.

전복 육질과 내장의 80% ethanol 추출물은 angiotensin converting enzyme(ACE) 활성에 높은 억제효과를 나타내었으며, 전복육질의 경우 농도의 증가에 따라 증가되는 경향을 나타내었으나(F=57.717, p<0.001), 내장에서는 농도증가에 따라 큰 차이는 없는 것으로 나타났다(F=6.448, p<0.01). 또한 수용성 추출물의 ACE 활성도의 억제능은 농도별에 따라 증가되는 경향을 나타내었으며, 육질과 내장 간에 큰

차이가 있는 것으로 나타났다. 즉 육질의 경우 낮은 ACE억제능을 나타내었으나 농도증가에 따라 증가되는 경향을 나타내었으며(F=27.736, p<0.001), 내장의 경우에는 농도증가에 따라 큰 차이는 없었으나(F=34.521, p<0.001), 육질에 비해 높은 ACE억제능이 있는 것으로 나타났다.

어패류는 절지동물(Arthropoda)에 속하는 갑각류(Crustacea)와 연체동물(Mollusca)을 통합하여 부르는 인위적인 분류명이며(14,15), 전복은 분류학적으로 연체동물문, 복족강(Gastropoda)에 속하면서 한방에서는 고혈압과 당뇨병자에 이용하기도 하는 것으로 알려지고 있다(16). 전복은 육질과 내장뿐만 아니라 껍질까지도 이용되는데, 특히 내장은 영양성분이 풍부하고 독특한 풍미로 인해 미식가들에게는 일급 건강식품으로 알려져 왔다. 본 연구에서 전복의 육질과 내장을 분리하여 혈압강하효과를 평가하였을 때 육질에 비해 내장에서 높은 ACE억제능을 나타내었다. 이러한 결과는 전복이 갈조류, 홍조류만은 식이하기 때문에 주로 미역, 다시마, 대형 갈조류에 포함된 생리활성물질이 이러한 효과를 나타내는 원인이었을 것으로 사료된다. 특히 해조류는 다른 육상식물과는 달리 생리활성이 우수하며(17), 일반적으로 갈조류가 녹조류나 홍조류에 비해 비교적 높은 생리활성을 보이며, 특히 모자반과에서 뛰어난 활성이 있는 것으로 보고되고 있다(18). 이러한 측면에서 선행연구에서는 LC-MS를 이용하여 아미노산 조성을 분석한 결과, 혈압억제 요인으로서 다시마에 포함된 7가지 ACE-inhibitory peptide(Val-Tyr, Ile-Tyr, Ala-Trp, Phe-Tyr, Val-Trp, Ile-Trp and Leu-Trp)를 분리하였으며, 각각의 peptide를 고혈압쥐(SHR)에게 구강투여하였을 때, 항고혈압효과가 있음을 증명한 바 있다(19). 이러한 결과는 본 연구에서 전복의 육질에 비해 내장의 ACE-inhibitory effect가 보다 높은 원인을 설명해주는 중요한 근거가 될 것이다.

특별히 본 연구에서 전복의 육질과 내장의 저장성을 평가하기 위해서 수용성추출물을 48시간 방치한 후 혈압강하효과를 평가하였으며, 이에 대한 결과는 Table 2에 나타낸 바와 같다.

전복육질 수용성추출물의 ACE활성도 억제능은 농도증가에 따라 유의한 차이가 없었으며(F=2.818, p<0.084), 내장 수용성추출물의 경우에서도 12.0(30 µL) vs. 2.0, 4.0, 20.0 mg 간에 유의한 차이(F=11.449, p<0.001)가 있었으나 Table 1과는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한 ACE억제능은

Table 1. ACE inhibition (%) effect in different volume of abalone

Condition	Volume	Volume					F-value	post-hoc
		2.0 <sup>1a</sup>	4.0 <sup>b</sup>	6.0 <sup>c</sup>	12.0 <sup>d</sup>	20.0 <sup>e</sup>		
80% ethanol extract	Body	26.97±4.60 <sup>2)</sup>	37.73±3.04	46.70±3.92	61.13±4.71	68.43±2.47	57.717***	a-c,d,e; b-d,e; c-d,e
	Visceral	61.43±6.86	61.80±3.48	50.67±2.52	50.30±1.14	55.57±2.34	6.448**	d-a,b
Water extract	Body	5.73±0.86	8.30±2.38	10.07±2.69	15.77±0.25	23.33±4.16	27.736***	e-a,b,c,d; d-a,b
	Visceral	50.70±2.14	60.70±2.31	59.57±1.01	66.00±2.00	69.77±2.80	34.521***	a-b,c,d,e; b-e; c-d,e

<sup>1)</sup>Extract of mg fresh weight equivalent. <sup>2)</sup>Values are mean and standard deviation of triplicate.

\*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001 significant difference between volume.

Table 2. ACE inhibition (%) effect of water extract of abalone<sup>1)</sup>

Part used	Volume	2.0 <sup>2)a</sup>	4.0 <sup>b</sup>	6.0 <sup>c</sup>	12.0 <sup>d</sup>	20.0 <sup>e</sup>	F-value	post-hoc
Body		6.67±2.89 <sup>3)</sup>	4.07±0.81	5.60±0.44	14.13±6.10	13.10±8.09	2.818	ns <sup>4)</sup>
Visceral		48.73±3.43	53.40±5.30	55.40±1.00	63.33±1.04	49.17±2.02	11.449 <sup>***</sup>	d-a,b,e

<sup>1)</sup>Extracted with water for 48 hrs. <sup>2)</sup>Extract of mg fresh weight equivalent.

<sup>3)</sup>Values are mean and standard deviation of triplicate. <sup>4)</sup>No significant difference.

<sup>\*\*\*</sup>p<0.001 significant difference between volume.

육질에 비해 내장에서 높은 수준을 나타내었으며, 수용성추출 직후 수준과 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 전복을 짧은기간 냉장하였을 때, 전복의 혈압강화효능에 큰 차이가 없음을 의미하는 것이다.

#### 전복의 육질과 내장에서 항산화능 효과

전복의 육질과 내장에서 추출방법을 달리하였을 때 농도에 따른 항산화능을 평가한 결과는 Table 3에 나타난 바와 같다.

전복의 80% ethanol 추출물에 대해 DPPH방법으로 평가한 항산화능은 전복육질의 경우, 농도증가에 따라 증가된 수준(F=145.780, p<0.001)을 나타내었으나 낮은 항산화능을 보였으며, 내장에 있어서는 낮은 농도에서 육질과 비슷한 수준을 유지하였으나 농도가 증가함에 따라 높은 항산화능을 나타내어, 육질에 비해 내장에서 농도가 높을수록 항산화능이 뛰어나다는 것을 평가할 수 있었다(F=2341.452, p<0.001). 또한 수용성으로 추출하였을 때, 전복의 육질과 내장의 항산화능은 농도증가에 따라 증가된 수준(각각 F=2350.513, p<0.001; F=2023.794, p<0.001)을 나타내었으나 육질과 내장에 큰 차이는 보이지 않았으며, ethanol 80% 추출에 비해 육질에서는 높은 항산화능을 나타내었으나, 내장에서는 낮은 항산화능을 나타내었다. 최근 건강과 노화에 대한 관심이 증대되면서 천연물을 중심으로 한 기능성소재의 생리활성 물질에 대한 연구가 다양하게 진행되고 있다. 특히 free radical을 발생시키는 환경요인과 독성물질에 노출될 기회가 점차적으로 증가되면서 체내 활성산소의 생성가능성이 높아지고 있다. 이러한 결과는 세포내에서 단백질, 지질을 변성시킬 뿐만 아니라 DNA, RNA를 손상시켜 세포막 파괴를 유도하며, 지방산화 및 DNA 합성억제 등의 심각한 부작용을 유발시키는 원인이 될 것이다(20,21). 항산화물질에 대한 연구는 다양한 영역에서 진행되고 있으며, 항산화물질로서 성인병 예방효과가 증명된 vitamin A, C, E와 같은 항산화

비타민과 flavonoids, phenolic acid 등의 식물성 polyphenols화합물과 같은 천연 항산화제에 대한 연구가 체계적으로 진행되고 있다(22-24). 그럼에도 불구하고 해조물에 대한 연구는 거의 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 이러한 측면에서 아직까지 보고되지 못했던 전복의 여러 가지 생리활성물질 중 육질과 내장의 항산화능을 평가하는 것은 현 시점에서 중요한 일이며, 결과적으로 농도증가에 따라 높은 항산화능이 있음을 평가할 수 있었다. 전복에 포함된 항산화성 물질에 대해서는 아직까지 보고된 바 없다. 전복은 일반 성분으로 가식부 100 g당 수분이 70~72 g, 단백질이 18~19 g, 지방 0.7 g, 탄수화물 5.1 g, 회분 2.0 g으로 구성되어 있으며, 비타민과 무기질이 풍부한 것으로 알려져 있다. 특히 전복에는 아미노산 중 arginine이 1,100 mg으로 타 식품에 비해 높으며, 장장보호, 피로회복 및 심근경색 예방에 효과를 나타내는 것으로 알려진 타우린이 풍부하다. 그러나 본 연구에서 증명된 전복의 항산화능이 이러한 성분에 기인하는 것인지에 대해서는 아직까지 명확하게 설명할 수가 없으며, 이후 또 다른 연구에서 증명되어야 할 것이다.

또한 본 연구에서는 전복의 육질과 내장을 분리하여 수용성 추출 48시간 후 항산화능을 평가하였으며, 이에 대한 결과는 Table 4에 나타난 바와 같다.

전복의 수용성 추출물을 48시간 방치한 후 DPPH방법으로 평가한 항산화능은 육질과 내장의 경우 농도증가에 따라 직선적인 증가경향을 나타내었으나(각각 F=1281.688, p<0.001; F=887.654, p<0.001), 육질에 비해 내장에서 높은 항산화능이 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과를 수용성추출 직후(Table 3)와 비교해 볼 때, 내장에서 큰 차이는 없었으나 육질의 경우, 수용성 추출 48시간 후 큰 폭으로 감소되는 경향을 평가할 수 있었다.

#### 전복의 육질과 내장에서 항 혈전능의 효과

전복의 육질과 내장을 80% 에탄올 추출물과 수용성으로

Table 3. Anti-oxidant capacity (%) in different volume of abalone

Condition	Volume	2.0 <sup>1)a</sup>	4.0 <sup>b</sup>	6.0 <sup>c</sup>	12.0 <sup>d</sup>	20.0 <sup>e</sup>	F-value	post-hoc
80% ethanol extract	Body	8.64±0.14 <sup>2)</sup>	5.76±0.11	8.32±0.64	11.78±1.17	18.43±0.80	145.780 <sup>***</sup>	a-b,d,e; b-c,d,e; c-d,e; d-e
	Visceral	6.46±0.68	10.19±1.05	18.49±0.54	43.83±1.28	70.20±1.06	2341.452 <sup>***</sup>	a-b,c,d,e; b-c,d,e; c-d,e; d-e
Water extract	Body	6.23±0.80	6.35±0.66	7.13±0.15	25.19±1.06	59.14±1.01	2350.513 <sup>***</sup>	a-d,e; b-d,e; c-d,e; d-e
	Visceral	11.45±0.56	11.77±1.18	16.97±0.00	36.62±0.96	55.56±0.34	2023.794 <sup>***</sup>	a-c,d,e; b-c,d,e; c-d,e; d-e

<sup>1)</sup>Extract of mg fresh weight equivalent. <sup>2)</sup>Values are mean and standard deviation of triplicate.

<sup>\*\*\*</sup>p<0.001 significant difference between volume.

**Table 4. Anti-oxidant capacity of water extract of abalone<sup>1)</sup>**

Portion	Volume	2.0 <sup>2)a</sup>	4.0 <sup>b</sup>	6.0 <sup>c</sup>	12.0 <sup>d</sup>	20.0 <sup>e</sup>	F-value	post-hoc
Body		0.74±0.10 <sup>3)</sup>	2.36±0.18	6.53±0.33	12.52±0.01	14.25±0.52	1281.688***	a-b,c,d,e; b-c,d,e; c-d,e; d-e
Visceral		8.66±0.24	9.76±0.25	13.38±0.60	27.52±1.67	46.04±1.00	887.654***	a-c,d,e; b-c,d,e; c-d,e; d-e

<sup>1)</sup>Extracted with water for 48 hrs.

<sup>2)</sup>Extract of mg fresh weight equivalent. <sup>3)</sup>Values are mean and standard deviation of triplicate.

\*\*\*p<0.001 significant difference between volume.

**Table 5. Anti-coagulant capacities of abalone body and visceral extracts**

Condition	Variables	PT (sec)	APTT (sec)
80% ethanol extract	Body	39.80±3.25 <sup>1)ns2)</sup>	105.80±1.56 <sup>ns</sup>
	Visceral	31.85±0.92	115.40±3.11
Water extract	Body	16.80±0.14 <sup>ns</sup>	105.60±3.68 <sup>ns</sup>
	Visceral	17.20±1.41	103.60±3.67

<sup>1)</sup>Values are mean and standard deviation of duplicate.

<sup>2)</sup>No significant difference between body and visceral portion by independent sample t-test.

추출물로 제조한 후 항응고 활성을 측정된 결과는 Table 5에 나타낸 바와 같다.

Prothrombin time(PT)은 정상성인의 혈장에서 15~30초를 나타내는 정상치에 비해 수용성 추출의 경우 항 혈전능이 거의 없는 것으로 나타났으며, 전복의 육질(abalone body)이나 내장(visceral portion)에 따른 특별한 차이점 또한 없는 것으로 나타났다. 80% ethanol 추출물의 경우 전복육의 PT가 상대적으로 전복내장의 PT보다 높게 나오므로서 양 실험 용매간에 차이를 나타내었다.

한편 항응고 활성 중 activated partial thromboplastin time(APTT)은 PT와 함께 혈액 응고능을 비교하는 기준이 되는 것으로 정상성인의 혈장에서 정상치는 10~14초이다. 이에 비해 수용성 추출에서의 APTT는 육질과 내장조직 모두에서 높은 항 혈전능이 있는 것으로 나타났으나 전복육과 내장의 차이점은 보이지 않았다. 또한 80% ethanol 추출에서는 PT와는 달리 abalone body보다는 visceral portion에서 APTT가 유의하게 지연된 시간을 나타냄으로서 내장조직이 육질에 비해 높은 혈액응고능이 있는 것으로 나타났다. 이미 기술하였듯이 전복의 육질과 내장은 식물과 해조류에서 증명된 것과 유사한 ACE억제능 및 항산화능이 있는 것으로 나타났으며, 항 혈전능 또한 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 선행연구에서 보고하였듯이 해조류 중 갈조류의 모자반과에서 탄닌계 및 지용성 항산화 물질과 홍조류인 서실(Laurencia)로부터 분리한 페놀성화합물 및 인돌계 항산화성 물질들이 상호복합적인 기능적 효과를 나타내는 원인으로 설명될 수 있으며(25), 특히 해조류 중의 다당류는 항균 및 항암기능이 있으며(26,27), 다당류로서 cellulose와 같은 구조다당과 세포간 점질다당인 alginic acid, fucoidan 및 저장다당인 beta-1,3 결합으로 이루어진 laminaran이 있는데, fucoidan과 laminaran은 항종양 활성, 항 혈액응고 활

**Table 6. Anti-coagulant capacity of water extract of abalone<sup>1)</sup>**

Portion	Variables	PT (sec)	APTT (sec)
Body		15.9±0.80 <sup>2)ns3)</sup>	71.5±2.11 <sup>ns</sup>
Visceral		15.9±1.11	74.8±3.05

<sup>1)</sup>Extracted with water for 48 hrs.

<sup>2)</sup>Values are mean and standard deviation of duplicate.

<sup>3)</sup>No significant difference between body and visceral portion by independent sample t-test.

성, 항암 및 항 AIDS등의 활성이 우수하다고 보고(28)하고 있어 본 연구의 결과를 부분적으로 설명해주는 결과로 해석될 수 있을 것이다.

한편 전복의 육질과 내장의 수용성추출물을 48시간 방치한 후 항 혈전능을 평가한 결과는 Table 6에 나타낸 바와 같다.

수용성추출 48시간 후 전복육질과 내장의 PT는 큰 차이가 없었으며, APTT 또한 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 이러한 결과를 수용성추출 직후(Table 5)와 비교해 볼 때, 육질과 내장조직 모두 큰 차이가 없었으나, APTT는 수용성추출 직후에 비해 크게 감소된 수준을 나타냄으로서 냉장기간이 경과함에 따라 혈액의 항응고 효과가 감소됨을 평가할 수 있었다.

## 요 약

본 연구에서는 전복육질과 내장의 추출방법에 따른 추출물의 혈압강하, 항산화, 항혈전 효과에 대한 *in vitro* 효과를 구명하고자 하였다. 전복육질(abalone body)과 내장(visceral portion)의 80% ethanol 추출물은 ACE(angiotensin converting enzyme)활성에 대해 높은 억제효과를 나타내었으며, 전복육질 추출물의 경우 농도의 증가에 따라 증가되는 경향을 나타내었다. 그러나 내장추출물은 농도증가에 따라 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 수용성추출물의 ACE활성 억제효과는 농도별에 따라 증가되는 경향을 나타내었으며, 육질과 내장 간에 큰 차이가 있는 것으로 나타났다. 아질산염 소거활성으로 평가한 항산화 효과는 80% ethanol 추출물의 경우, 전복육질에서 농도증가에 따라 증가된 수준을 나타내었으나 그 수치는 낮은 값을 나타내었다. 내장의 경우, 낮은 농도에서는 육질과 비슷한 수준을 유지하였으나 농도가 증가함에 따라 높은 항산화활성을 나타내었다. 수용성추출

물의 항산화효과는 농도증가에 따라 증가된 수준을 나타내었으나 육질과 내장에 큰 차이는 보이지 않았다. 항혈전 효과는 80% ethanol 추출물에서 육질의 prothrombin time이 상대적으로 내장의 prothrombin time보다 높게 나타났다. 수용성추출물의 경우, 항혈전 효과가 거의 없었으며, 전복의 육질이나 내장에 따른 특별한 차이점 또한 없는 것으로 나타났다. 수용성추출물을 48시간 냉장온도에서 저장한 후의 전복육질과 내장의 ACE 활성에 대한 억제효과는 육질과 내장간에 큰 차이가 있었으나 0 time의 값과 큰 차이를 나타내지 않았다. 항산화 효과는 육질과 내장의 경우 농도증가에 따라 직선적인 증가경향을 나타내었으나, 육질에 비해 내장에서 높은 항산화능이 있는 것으로 나타났다. 전복육질과 내장의 prothrombin time은 큰 차이가 없었으며, activated partial thromboplastin time 또한 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

### 감사의 글

본 연구는 전라남도 연구용역 '전복의 기능성 구멍(2004년도)' 연구비 지원에 의해 수행되었으며 연구수행에 도움을 준 목포대학교 천일염생명과학연구소와 식품산업기술연구센터(RRC)에 감사드립니다.

### 문 헌

1. 유중생. 1976. 원색한국패류도감. 일지사, 인천. p 36-37.
2. 유성규. 2000. 친해양식. 구덕출판사, 부산. p 309-368.
3. Chon MJ, Jang YJ. 2002. 참전복, *Haliotis discus hannai*의 산소소비와 성장에 미치는 암모니아의 영향. Kor Fish Soc Conference, Poster Presentation. p 253-254.
4. Kim HY. 1997. Toxic effects of phenol on survival and oxygen consumption of the abalone juvenile, *Haliotis discus hannai*. *J Kor Fish Soc* 30: 496-504.
5. Harris JO, Magurie GB, Edwards SJ, Hindrum SM. 1998. Effects of ammonia on growth rate and oxygen consumption rate for juvenile greenlip abalone, *Haliotis laevigata* Donovan. *Aquaculture* 160: 259-272.
6. Kang SG, Ham KS, Kim IC, Kim SJ, Kim HL. 2006. The effect of chronic degenerative disease prevention and functionality in *Haliotis discus hannai*. Abalone Functionality Reports. Chonranam-Do.
7. Oh KS, Kim YA, Kim JS, Kang ST. 2001. 전복 드링크 제조를 위한 양식전복 열성패의 원료학적 성분 특성. Kor Fish Soc Conference, Poster Presentation. p 164-165.
8. Oh KS, Kim YA, Kim JS, Kim PH, Cha YJ. 2001. 전복 드링크 제조를 위한 유호소재의 추출 조건 및 이의 성분 특성. Kor Fish Soc Conference, Poster Presentation. p 166-167.
9. Kim SJ, Seo HL, Lee HM, Yeom JU, Kim GH, Jang ES, Baeg YH, Jeon BH. 2003. The effect of exercise and taurine supplementation on body weight, blood glucose, insulin and cholesterol levels in streptozotocin induced diabetic rats. *Korean J Exercise Nutr* 7: 257-263.
10. 국립수산진흥원. 2003. 수산소식.
11. 전복의 효능. [http://shop.suhvup.co.kr/cont\\_efct.html/b2c21085.html](http://shop.suhvup.co.kr/cont_efct.html/b2c21085.html).
12. Chushman DW, Cheung HS. 1971. Spectrophotometry assay and properties of the angiotensin-converting enzyme of rabbit lung. *Biochem Pharmacol* 20: 1673-1648.
13. Mensor LL, Menezes FS, Leitao GG, Reis AS, dos-Santos TC, Coube CS, Leitao SG. 2001. Screening of brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. *Phytother Res* 15: 127-130.
14. Musmand JJ, Daul CB, Lehrer SB. 1993. Crustacea allergy. *Clin Exp Allergy* 23: 722-732.
15. Daul CB, Morgan JE, Lehrer SB. 1993. Hypersensitivity reactions to crustacea and mollusks. *Clinical Reviews in Allergy* 11: 201-222.
16. 전복과 건강. <http://www.namhaejunbok.com/Health>.
17. Choi SY, Kim SY, Hur JM, Choi HG, Sung NJ. 2006. Antioxidant activity of solvent extracts from *Sargassum thunbergii*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 139-144.
18. Lee NH, O KL. 2000. Screening of radical scavenging effects from marine algae. *Cheju J Life Science* 3: 95-101.
19. Sato M, Oba T, Yamaguchi T, Nakano T, Saito T, Kahara T, Funayama K, Kobayashi A, Nakano T. 2005. Production of the blood pressure lowering peptides from brown alga (*Undaria pinnatifida*). *J Ocean Univ China* 4: 209-213.
20. Cerutti PA. 1985. Prooxidant states and tumor promotion. *Science* 227: 375-381.
21. Sozman EY, Tanyakin T, Onat T, Kufay F, Erlacin S. 1994. Ethanol-induced oxidative stress and membrane injury in rat erythrocytes. *Eur J Clin Chem Clin Biochem* 32: 741-744.
22. Kim WK, Kim HY, Kim MJ, Kim SH. 1999. Effects of vitamin E supplementation on antioxidant status and immune responses in female athletes. *Korean J Nutr* 32: 781-786.
23. Kim NE, Kim WK. 1999. Effect of antioxidant vitamins supplementation on antioxidative status and plasma lipid profiles in Korea NIDDM patient. *Korean J Nutr* 32: 775-780.
24. Terao J. 1989. Antioxidant activity of beta-carotene-related carotenoids in solution. *Lipids* 24: 657-667.
25. Numata A, Kanbara S, Takahashi C, Fujiki R, Yoneda M, Usami Y, Fujita E. 1992. A cytotoxic principle of the brown alga *Sargassum tortile* and structures of chromenes. *Phytochem* 31: 1209-1213.
26. Kim HS, Kim GJ. 1998. Effects of the feeding *Hijikia fusiforme* (Harvey) okamura on lipid composition of serum in dietary hyperlipidemic rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 718-723.
27. Jimenez-Escrig A, Goni-Cambrodon I. 1999. Nutritional evaluation and physiological effects of edible seaweeds. *Arch Latinoam Nutr* 49: 114-120.
28. Collic S, Fischer AM, Tapon-Bretaudivere J, Boisson C, Durand P, Jozefonvicz J. 1991. Anticoagulant properties of a fucoidan fraction. *Thromb Res* 48: 121-130.

(2006년 5월 2일 접수; 2006년 7월 26일 채택)