# 완도지역 패류(전복, 바지락)의 영양성분 및 전자센서를 이용한 기본 맛 성분 비교

- 연구노트 -

함주리 $^{1*}$ · 이해인 $^{2*}$ · 김정빈 $^{3}$  · 신의철 $^{4}$  · 이미경 $^{2}$ 

<sup>1</sup>(재)목포수산식품지원센터, <sup>2</sup>순천대학교 식품영양학과 <sup>3</sup>순천대학교 물리교육과, <sup>4</sup>경상국립대학교 식품과학부

## Nutritional Composition and Taste Properties of Abalone and Short-Neck Clam in Wando

Ju Ri Ham<sup>1\*</sup>, Hae-in Lee<sup>2\*</sup>, Cheong-Bin Kim<sup>3</sup>, Eui-Cheol Shin<sup>4</sup>, and Mi-Kyung Lee<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mokpo Marine Food-Industry Research Center <sup>2</sup>Department of Food and Nutrition, <sup>3</sup>Department of Physics Education, Sunchon National University, <sup>4</sup>Department of Food Science, Gyeongsang National University

ABSTRACT This study examined the proximate compositions, mineral content, amino acids, and taste values of abalone and the short-neck clam in Wando and the control regions in Korea. The protein and ash content of the abalone and short-neck clam in Wando were higher than that of the control, while the carbohydrate content was lower than the control. The crude lipids of the short-neck clam were lower than those of the control. The calcium (Ca) and magnesium (Mg) content of the abalone were higher than that of the control, but the iron (Fe) content was lower. The sodium (Na), Ca, Mg, Fe, and zinc (Zn) contents of the short-neck clam were significantly high compared with the control. The short-neck clam in Wando-A had the highest potassium (K) content. The total constitutive essential amino acid content of abalone and short-neck clam in Wando ranged from 146 to 183 mg/g. The cystathionine, a free amino acid of abalone in Wando was higher than the control. The electronic tongue showed that the abalone and the short-neck clam had strong umami and sourness. The abalone and short-neck clam in control showed higher bitterness and sweetness compared to those from the Wando. The short-neck clam in control had strong saltiness. Thus, the nutritional properties and taste of abalone and short-neck clam are significantly different depending on the farming regions. These data may be used to study the environmental and nutritional features of the abalone and short-neck clam in the Wando regions.

Key words: abalone, short-neck clam, Wando, nutritional components, taste

#### 서 론

최근 건강에 관한 관심 증가로 웰빙식품이 주목받으면서 고단백 식품인 수산물에 대한 관심이 증가하고 있다(Kang과 Kim, 2013). 그중에서도 다양한 종류의 패류는 수산 연체동물로 필수 아미노산, 단백질, 비타민, 무기질 등의 영양성분을 함유하고 있으며, 특히 taurine, succinic acid 등의함량이 높아 간 기능 개선, 피로회복, 항산화 작용 및 해독작용 등 다양한 생리 기능 효과가 보고되어 있다(Lin 등, 2018;

Xiao 등, 2020; Zheng 등, 2019). 패류는 특유의 향미 성분 및 glutamic acid의 함량이 높아 찌개나 국, 찜 등 다양한음식의 풍미를 높이는 역할을 하여 조미 소재로도 많이 활용되고 있다(Moon 등, 2003).

전라남도는 수산자원이 풍부하고 다양한 종류가 서식하고 있는데 그중 패류 생산량은 10만톤 이상으로 전국에서 2위이며, 그중에서도 완도의 패류 생산량은 1.3만톤으로 전라남도의 12%를 차지하고 있다(Ministry of Oceans and Fisheries, 2020; Wando-gun, 2020). 한반도의 남서 해역

Received 18 June 2021; Revised 4 August 2021; Accepted 9 August 2021

Corresponding author: Mi-Kyung Lee, Department of Food and Nutrition, Sunchon National University, 255 Jungangro, Sunchon, Jeonnam 57922, Korea, E-mail: leemk@scnu.ac.kr

Author information: Hae-in Lee (Professor), Cheong-Bin Kim (Professor), Eui-Cheol Shin (Professor), Mi-Kyung Lee (Professor) \*These authors contributed equally to this work.

Copyright © 2021 by The Korean Society of Food Science and Nutrition. All rights Reserved.

This is Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

에 위치한 완도군은 남해 연안수, 황해저층냉수, 대마난류 등의 영향을 받아 청정해역의 환경 특성을 지니고 있다(Oh 등, 2008). 완도의 대표적인 패류로는 전복, 바지락 등이 있 는데 그중 전복(abalone, Haliotis discus)은 전국의 90% 이상이 완도에서 채집 또는 양식되고 있어 국내 전복 최대 산지로 꼽힌다(Wando-gun, 2020). 전복은 한국, 일본, 중 국 등에서 주로 섭취하며, 예로부터 자양강장 및 피로회복에 좋고 신장을 보호하는 기능이 있어 바다의 인삼으로 불린다 (Kim과 Pallela, 2012; De Zoysa, 2013). 전복은 비타민 B1, B2와 칼슘, 인 등의 무기질 함량이 높으며, 단백질과 타 우린이 풍부하여 염증 완화 작용, 항산화, 피로 개선 효과, 항피부 노화 효과 등이 보고되어 있다(Park 등, 2009; Kim 등, 2006; Lee 등, 2015; Li 등, 2012). 전복과 같이 선호도 가 높고 흔히 접할 수 있는 패류인 바지락(short-neck clam)은 백합과의 일종이다(Jung 등, 2004). 바지락은 철분 과 칼슘이 풍부하게 함유된 고단백질 식품으로 항염증, 간 보호 효과, 콜레스테롤 저하, 항산화 효과 등의 다양한 생리 활성들이 보고되었다(Cheong 등, 2015; Lee 등, 2017). 바지 락이나 전복 등의 저서동물은 수심, 수온, 염분, 조류, 유기 물질 함량, 탁도 등 환경적인 요인에 크게 영향을 받기 때문 에 서식 환경과 지리적 위치에 따라 성분 및 크기가 다르게 표현된다(Lim과 Choi, 2005). 완도 해역의 경우 연안수와 외양수의 혼합과 냉수대에 의한 수온 하강으로 식물 플랑크 톤 성장과 영양염 공급이 높고 부유 물질로 인해 지역 특산 패류의 성장에 좋은 환경이라 보고되어 있다(Cho와 Youn, 2012). 따라서 완도지역 대표 패류인 전복과 바지락의 영양 성분과 관능적 특성을 타지역 패류와 비교·분석하여 완도지 역 패류의 특성 및 차이점을 과학적으로 확인하고자 하였다.

#### 재료 및 방법

#### 시료채취 및 분석시료 준비

실험에 사용된 시료는 완도지역의 대표적 패류(전복, 바지락)를 완도와 대조지역으로 나누어 전복은 2월에, 바지락은 5월에 채취하였으며 대조지역은 각각 전복과 바지락 산지 중 생산량이 높은 지역을 선정하였다. 전복은 완도(노화, Wando-A; 망남, Wando-B)와 대조지역(신안, Control)에서 채취하였으며, 바지락은 완도(남선, Wando-A; 대야, Wando-B)와 대조지역(서천, Control)에서 채취하여 여러차례 세척 후 가식부를 분리하였다. 가식부는 한 번 더 증류수로 세척한 뒤 동결건조기(Operon Co., Gimpo, Korea)로건조하여 시료로 활용하였다.

## 일반성분

시료의 일반성분 함량은 AOAC(2019) 방법에 따라 정량하였다. 수분은 건조기(ON-12GW, Jeiotech, Daejeon, Korea)를 이용하여 105°C에서 상압가열건조법으로 측정하였으며, 조회분 함량은 전기회화로(F6010, Thermo Fisher

Scientific, Waltham, MA, USA)를 이용하여 600°C에서 직접회화법으로 회화 후 측정하였다. 조단백질 함량은 총 질소/단백질 자동분석기(Kjeltec 8400 System, Foss, Höganäs, Sweden)를 이용한 Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 추출법을 사용하여 측정하였다. 탄수화물은 시료의 총 중량에서 수분, 단백질, 지방 그리고 회분 함량을 제외한 함량으로 표시하였다.

#### 식이섬유

총 식이섬유 함량은 AOAC(2019) 방법에 따라 시료 1 g에 50 mM MES/Tris 용액(pH 8.2) 40 mL를 첨가한 후, a-amylase 50  $\mu$ L를 넣어 98°C water bath에서 15분간 교반 하면서 반응시켰다. 반응물은 60°C까지 냉각시킨 다음 protease 100  $\mu$ L를 첨가하여 60°C water bath에서 30분간 반응시킨 후 0.561 N HCl 5 mL를 넣어 pH 4.5로 조정하였다. 300  $\mu$ L의 amyloglucosidase로 60°C에서 30분간 가수분해한 다음, 4배의 95% 에탄올을 가해 효소 활동을 정지시켜 침전된 부분을 여과 건조하여 식이섬유 함량을 측정하였다

## 무기질 함량 측정

시료 0.2~0.5 g을 microwave vessel에 취해 질산 7 mL 와 과산화수소 1 mL를 가하고 30분간 예비 가열한 후, microwave digestion system(MARS 6, CEM Corporation, Matthews, NC, USA)에 넣고 분해하였다. 방랭 후 50 mL로 정용하였으며 inductively coupled plasma optical emission spectrometry(ICP-OES 8300, PerkinElmer Inc., Waltham, MA, USA)를 이용하여 원소별 측정 파장(칼륨: 766, 490 nm, 나트륨: 589, 592 nm, 칼슘: 317, 933 nm, 인: 213, 617 nm, 마그네슘: 285, 213 nm, 철: 238, 204 nm, 아연: 206, 200 nm)을 달리한 후 분석하였다.

#### 구성아미노산 분석

구성아미노산은 시료 0.1 g을 가수분해용 튜브에 취하여 6 N HCl 10 mL를 첨가하고, 질소 가스로 치환한 다음 밀봉하여 110°C에서 22시간 동안 가수분해한 후 감압 농축하였다. 농축한 시료는 0.02 N HCl 20 mL를 첨가하여 녹혀낸후 membrane filter로 여과하여 사용하였으며, 아미노산 자동분석기(Hitachi L-8900 amino acid analyzer, Hitachi, Tokyo, Japan)로 분석후 건 중량으로 환산하여 나타내었다(Kim 등, 2009).

#### 유리아미노산 분석

유리아미노산은 시료 0.5 g에 70% 에탄올 50 mL를 첨가하여 30분 동안 추출한 후 10분간 방치하고 1,500 rpm에서 15분간 원심분리하는 과정을 3회 반복하였다. 추출액은 감압 농축하고 0.02 N HCl 20 mL로 녹인 후 membrane filter로 여과하여 아미노산 자동분석기(Hitachi)를 사용하여 측

정하였다(Kim 등, 2009).

## 맛 성분 패턴 분석

채취한 패류 시료의 맛 성분 패턴은 전자센서 시스템 (ASTREE II, Alpha MOS, Toulouse, France)을 이용하여 분석하였다. 맛 성분 분석을 위한 전자센서는 5가지 맛 성분 (신맛, 짠맛, 단맛, 감칠맛, 쓴맛) 센서로 구성되어 있으며, 실험값 보정을 위한 GPS(metallic) sensor, SPS(spiciness) sensor 2가지가 reference sensor로 사용되었다. 또 한 전위차를 분석하기 위한 1개의 reference electrode (Ag/AgCl)가 분석에 사용되었다. 맛 성분 분석을 위한 전처 리의 경우 수용성 맛 성분의 추출을 위해 마쇄된 패류 시료 5 g을 100 mL 정제수에 넣고 60°C에서 1시간 동안 교반하 여 추출을 진행하였다. 분석에 방해가 되는 고형분 제거를 위해 여과지(Whatman No. 2, Whatman, Maidstone, UK) 를 이용하여 여과한 후, 전자혀 분석을 위한 추출물을 조제 하였다. 추출된 시료는 전자혀 시스템의 sampler에 장착하 고 120초 동안 7가지 센서와 접촉시킨 후 맛 성분의 강도를 분석하였고, 샘플 간 오염방지를 위해 분석 과정 중 정제수 를 이용하여 센서 세척을 함께 진행하였다.

#### 통계 분석

모든 실험 결과는 독립적으로 3회 반복 실험하여 평균± 표준편차로 나타내었고, 각각의 패류에 대한 평균치의 통계적 유의성 검정은 SPSS(version 26.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 one-way ANOVA를 실시하였다. 각실험군 간의 차이는 P<0.05 수준에서 Duncan's multiple test로 사후 검정하였다.

## 결과 및 고찰

## 일반성분 및 식이섬유 함량

완도와 대조지역의 전복과 바지락 가식부에 대한 일반성분 분석 결과는 Table 1과 같다. 전복의 일반성분 비교 결과조단백질 함량은 완도 A(72.33%)> 완도 B(69.77%)> 대조지역(66.20%) 순이었으며, 특히 완도 A지역은 대조지역에비해 조단백질 함량이 유의적으로 높았다(F<0.05). 완도지역(A, B) 전복의 조회분 함량은 대조지역에비해 유의적으

로 높았으며(*P*<0.05), 탄수화물 함량은 대조지역(20.05%)이 완도 A, B지역(17.45~18.95%)에 비해 유의적으로 높았다(*P*<0.05). 조지방 함량은 지역 간에 차이를 보이지 않았다(3.57~3.97%, *P*>0.05).

바지락의 조단백질 함량 역시 완도 A지역(62.33%)과 B 지역(62.37%)이 대조지역(58.63%)에 비해 유의적으로 높았으며(P<0.05) 조회분 함량 역시 완도 두 지역이 대조지역보다 높은 값을 보였다(P<0.05). 한편, 탄수화물 및 조지방함량은 대조지역에서 가장 높았으며 완도의 A, B지역은 대조지역에 비해 탄수화물과 조지방이 유의적으로 낮았다(P<0.05).

패류는 지방이 적고 양질의 단백질이 많이 함유된 단백질 급원 식품으로 완도지역의 전복과 바지락이 대조지역에 비해 단백질 함량이 높았다. Li 등(2013)의 결과에서도 전복의육과 내장 분석 시 완도, 흑산도, 제주도 중 완도지역 조단백함량이 가장 높아 본 결과와 유사한 결과를 보였다. 이는지역의 수온, 기후, 염도, 일조량, 유기물 함량 등에 의한것으로 보이며 해수와의 상관관계를 규명하기 위한 추가연구가 필요하다.

식이섬유는 해조류를 비롯한 해산물에 많이 함유되어 있는 난소화성 다당류로 장 기능 개선, 혈중 지질개선 및 혈당과 인슐린 조절 등의 기능을 가진다(Rajapakse와 Kim, 2011). 따라서 완도지역 패류(전복, 바지락)의 식이섬유 함량을 대조지역과 비교분석 하였다. 전복의 식이섬유 함량은 완도 A, B지역이 대조지역에 비해 1.5~1.8배 높았으나 통계적으로 유의적인 차이는 없었으며(₽>0.05), 바지락의 식이섬유 함량 역시 완도 A, B지역이 대조지역에 비해 수치가 1.4~1.5배 높았으나 통계적인 차이는 없었다(₽>0.05).

## 무기질 함량

우리 몸에서 신진대사, 성장 등 다양한 생리적 조절 기능을 하는 무기질은 일정량의 섭취가 반드시 요구되는 영양소중 하나이다(Kim 등, 2014). 고지방 식사, 고당질 식사, 패스트푸드 섭취 등의 식습관이 지속되는 환경에서 무기질 부족으로 인한 영양불균형을 초래할 수 있으므로 무기질 급원식품의 섭취는 중요하다(Bae와 Kim, 2016). 해양생물에 많이 함유되어 있다고 알려진 무기질 중 칼슘(Ca), 인(P), 마그네슘(Mg) 등은 치아와 뼈를 구성하는 주요 성분이고 칼륨

Table 1. The proximate compositions of the freeze-dried abalone and short-neck clam

(%)

		Crude protein	Crude lipid	Crude ash	Carbohydrate	Dietary fiber
Abalone	Wando-A Wando-B Control	72.33±3.17 <sup>b</sup> 69.77±1.05 <sup>ab</sup> 66.20±0.95 <sup>a</sup>	3.63±0.42 <sup>NS</sup> 3.57±0.38 3.97±0.32	7.63±0.21 <sup>b</sup> 7.73±0.25 <sup>b</sup> 6.67±0.32 <sup>a</sup>	17.45±3.15 <sup>a</sup> 18.95±0.85 <sup>a</sup> 20.05±0.55 <sup>b</sup>	2.30±0.99 <sup>NS</sup> 2.75±1.06 1.55±0.49
Short-neck clam	Wando-A Wando-B Control	62.33±0.76 <sup>b</sup> 62.37±0.93 <sup>b</sup> 58.63±1.18 <sup>a</sup>	6.30±0.70 <sup>a</sup> 6.47±0.67 <sup>a</sup> 8.40±1.15 <sup>b</sup>	$10.33\pm0.21^{b}$ $10.33\pm0.32^{b}$ $7.57\pm0.40^{a}$	21.10±0.40 <sup>a</sup> 20.91±0.02 <sup>a</sup> 25.65±0.05 <sup>b</sup>	4.80±0.42 <sup>NS</sup> 4.60±0.14 3.20±0.71

Values are expressed as mean $\pm$ SD (n=3). NS, not significant. Values not sharing a common letters (a,b) in the column are significantly different among groups (P<0.05).

(K), P, 철(Fe), 아연(Zn)은 생리적 기능을 가진 유기화합물의 구성 성분이다(Mok 등, 2008; Im 등, 2006). 앞서 완도지역 전복과 바지락의 조회분 함량이 대조지역보다 높으므로 무기질의 함량도 완도지역의 전복과 바지락에서 높을 가능성이 있다.

전복의 무기질 함량(Table 2)을 비교한 결과 다량무기질 인 Ca 함량은 완도의 A지역이 90.23 mg/100 g으로 가장 높은 함량을 보였으며, B지역도 84.57 mg/100 g으로 대조 지역(63.63 mg/100 g)에 비해 유의적으로 높았다(P<0.05). Ca는 뼈와 근육, 치아 등에 주로 존재하면서 근육과 신경의 기능 유지, 심혈관계 질환 예방에 관여하는 영양소로 특히 우리의 식사 패턴에서 부족할 가능성이 높다고 보고됨에 따 라 완도 전복이 효과적인 Ca의 식이 공급원이 될 수 있음을 시사하였다(Chun과 Han, 2000; The Korean Nutrition Society, 2010). Mg 함량 또한 Ca와 같은 경향을 보였는데 완도 A(254.67 mg/100 g)> 완도 B(234.13 mg/100 g)> 대조지역(213.30 mg/100 g) 순이었으며, 특히 완도 A지역 의 Mg 함량은 대조지역에 비해 유의적으로 높았다(PK 0.05). Fe 함량은 대조지역이 완도지역(A와 B)보다 유의적 으로 높았으며(*P*<0.05), K, Na, P 및 Zn의 함량은 유의적인 차이가 없었다(P>0.05).

바지락의 무기질 함량(Table 2)을 살펴보면 완도 A, B지 역의 Ca와 Mg의 함량이 대조지역에 비해 각각 1.6~1.7배, 1.5배씩 높아 전복과 같은 경향을 보였다(P<0.05). 일반적 으로 해양 동·식물 및 육상식물의 무기질 함량은 생산되는 토양이나 해수의 무기질 조성 및 함량에 영향을 받는다고 알려져 있다(Surh 등, 2009). 지역별 해양자원의 성분을 비 교한 결과 중 완도는 충남과 경북, 경남의 해수에 비해 Mg의 함량이 높다는 Kim 등(2019)의 보고에 의해 해수의 환경이 전복과 바지락의 Mg 함량에 영향을 미쳤을 것이라 해석할 수 있으나 추후 자원과 해수 성분 간의 상관관계에 대한 심 도 있는 연구가 필요하다. 또한 Kim 등(2019)의 연구에서는 지역별 해수에서 완도의 Na 함량이 가장 높다고 보고하였는 데, 우리의 연구 결과에서도 바지락의 Na 함량은 완도 A와 B지역 모두에서 대조지역에 비해 유의적으로 높은 함량을 보였으며(P<0.05), 전복은 통계적인 차이는 없었으나(P> 0.05) 수치를 비교하였을 때 완도 두 지역이 대조지역에 비

해 높은 것으로 보아 해수 환경이 영향을 미친다는 결과와 일치하였다. 바지락은 Ca, Mg, Na 이외에도 K의 함량이 완도 A지역에서 1,721.50 mg/100 g으로 가장 높게 나타났으며, 미량무기질인 Fe와 Zn이 모두 완도 B> A> 대조지역 순으로 유의적인 차이를 보였다(P<0.05). 본 연구진의 사전 연구에서 완도(A와 B)와 대조지역 갯벌의 무기질 함량을 비교한 결과 완도 갯벌에서는 Fe의 함량이 높음을 확인하였다(data not shown). 따라서 서식지의 환경에 영향을 받아완도지역 전복은 Ca과 Mg의 함량이 높았으며, 바지락은 P을 제외한 K, Na, Ca, Mg과 미량무기질인 Fe과 Zn의 함량이 대조지역에 비해 풍부하다는 결과를 나타냈다.

#### 아미노산 함량

아미노산은 해양생물의 영양가를 평가하는 주요 인자 중하나로 식품에는 아미노산 형태로 존재하는 유리아미노산과 단백질을 구성하고 있는 구성아미노산으로 구별된다(Kim 등, 2020). 아미노산은 영양적인 가치 이외에도 함량 및 종류에 따라 맛과 풍미를 파악할 수 있는 지표가 된다(Økland 등, 2005; Fuentes 등, 2010).

전복의 구성아미노산 함량은 완도지역과 대조지역 간의 통계적인 차이는 보이지 않았으나(₽>0.05), 완도지역의 필 수아미노산 함량은 대조지역에 비해 1.3~1.4배 높았으며, 총 구성아미노산 함량 또한 완도 A와 B지역은 대조지역에 비해 각각 약 1.3배 높은 함량을 보였다(Table 3). 대조지역 에 비해 큰 차이를 보이는 아미노산으로 완도 A지역은 proline과 arginine이 약 1.4배씩 높았으며, 완도 B지역은 arginine이 약 1.33배 높았으나 유의적인 차이는 보이지 않았 다(P>0.05). Arginine은 질소 평형을 유지하고 근육대사를 위한 creatinine 합성에 사용됨에 따라 건강과 질병의 여러 주요 과정에 관여하여 영양적 가치가 높은 아미노산으로 알 려져 있다(Albaugh 등, 2017). 바지락의 구성아미노산 역시 지역 간의 통계적인 차이는 보이지 않았으며(₽>0.05), 완도 A, B지역과 대조지역을 비교하였을 때 glycine의 함량이 가 장 큰 차이를 보이는데 각각 1.3배, 1.2배 높았다. Glycine 은 중추신경계에서 신경전달물질 기능이 있으며 신체 내 항 상성 조절 및 면역 기능 향상 등 중요한 역할을 하는 아미노 산으로 알려져 있다(Razak 등, 2017). 가지사슬 아미노산

Table 2. The mineral contents of the freeze-dried abalone and short-neck clam

(mg/100 g)

	K	Na	Ca	P	Mg	Fe	Zn
Abalone							
Wando-A	$1,691.50\pm228.50^{NS}$	$1,273.66\pm201.24^{NS}$	$90.23\pm6.17^{b}$	592.00±20.64 <sup>NS</sup>	254.67±13.19 <sup>b</sup>	$8.00\pm0.75^{a}$	$3.63\pm0.38^{NS}$
Wando-B	1,599.50±419.50	1,222.66±124.85	$84.57\pm6.22^{b}$		$234.13\pm3.06^{ab}$		
Control	$1,608.00\pm327.00$	1,068.97±132.15	63.63±3.66 <sup>a</sup>	581.10±17.67	213.30±2.26 <sup>a</sup>	$11.83\pm0.25^{b}$	$3.40\pm0.00$
Short-neck clan	1						
Wando-A	$1,721.50\pm13.50^{b}$	$1,230.67\pm155.55^{b}$					
Wando-B	1,677.50±28.50 <sup>a</sup>	1,323.67±137.41 <sup>b</sup>	154.17±19.12 <sup>b</sup>	$939.80\pm68.73$	$270.30\pm16.67^{b}$	94.17±1.65°	$6.27\pm0.09^{c}$
Control	$1,633.00\pm10.00^{a}$	$740.57 \pm 114.02^{a}$	92.97±8.74 <sup>a</sup>	1,062.67±56.90	182.23±10.07 <sup>a</sup>	23.37±3.33 <sup>a</sup>	$5.03\pm0.09^{a}$

Values are expressed as mean $\pm$ SD (n=3). NS, not significant. Values not sharing a common letters (a-c) in the column are significantly different among groups (P<0.05).

Table 3. The constitutive amino acids composition of the freeze-dried abalone and short-neck clam

(mg/g)

		Abalone		9	Short-neck clam		
	Wando-A	Wando-B	Control	Wando-A	Wando-B	Control	
Essential amino acids (EAA)							
Valine	$23.63\pm1.30^{NS}$	23.07±1.40	17.89±5.35	$19.13\pm6.11^{NS}$	19.20±5.57	$17.30\pm4.98$	
Leucine	$44.89\pm2.99^{NS}$	$46.85 \pm 0.07$	39.04±3.30	$30.10\pm9.02^{NS}$	$30.91\pm8.05$	$27.82\pm7.43$	
Histidine	$21.82\pm1.17^{NS}$	21.26±1.59	$16.42\pm4.96$	$8.53\pm2.58^{NS}$	$8.50\pm2.28$	$7.43\pm1.91$	
Isoleucine	$21.94\pm2.70^{NS}$	$21.28\pm4.36$	$17.36\pm7.34$	$17.46\pm5.50^{NS}$	$17.79\pm5.13$	$16.20\pm4.64$	
Phenylalanine	$19.74\pm1.34^{NS}$	19.21±1.65	$15.19\pm4.60$	$16.57\pm5.32^{NS}$	16.49±4.67	14.91±4.18	
Methionine	$35.09\pm2.23^{NS}$	$34.62\pm3.98$	26.61±8.49	$7.46\pm2.50^{NS}$	$7.85\pm2.15$	$7.35\pm1.84$	
Lysine	$8.54\pm0.89^{NS}$	$8.44 \pm 0.86$	$6.54\pm1.93$	$31.09\pm9.15^{NS}$	31.10±7.96	29.13±7.16	
Threonine	$12.39\pm2.15^{NS}$	$11.73\pm3.44$	$9.27 \pm 4.02$	$15.74\pm5.76^{NS}$	15.60±5.13	$13.66\pm4.34$	
Total	$182.75\pm19.38^{NS}$	176.17±33.45	135.31±58.42	$146.09\pm45.93^{NS}$	$147.44\pm40.91$	133.79±36.35	
Non-essential amin	Non-essential amino acids						
Arginine	$66.23\pm3.05^{NS}$	64.60±7.45	48.67±16.68	$30.57 \pm 10.03^{NS}$	31.15±9.05	29.18±9.05	
Alanine	$87.87 \pm 7.81^{NS}$	86.72±13.53	66.54±20.06	$25.85\pm8.01^{NS}$	27.15±7.98	25.24±7.53	
Taurine	54.57±4.17 <sup>NS</sup>	$53.32\pm6.74$	42.00±12.58	_	_	_	
Ornithine	$55.38\pm6.79^{NS}$	53.31±8.08	43.81±10.65	_	_	_	
Glutamic acid	$37.79\pm1.76^{NS}$	$36.82\pm3.92$	28.47±8.24	$53.23\pm15.14^{NS}$	54.80±13.80	45.88±10.64	
Proline	$10.51\pm4.24^{NS}$	$9.55\pm4.15$	$7.39\pm3.53$	$16.02\pm5.88^{NS}$	$16.16\pm5.55$	$14.39\pm5.04$	
Aspartic acid	$29.27\pm1.32^{NS}$	27.92±1.86	$22.53\pm6.07$	$39.65\pm12.30^{NS}$	39.27±10.89	$34.45\pm8.96$	
Glycine	$21.81\pm7.65^{NS}$	$21.17\pm9.42$	$17.20\pm10.50$	$35.71\pm10.03^{NS}$	$33.28 \pm 7.84$	$27.52\pm7.09$	
Serine	$14.68\pm4.17^{NS}$	14.91±5.31	$14.38\pm2.55$	$12.24\pm5.50^{NS}$	$11.90\pm4.83$	$10.23\pm4.15$	
Tyrosine	$4.09\pm2.36^{NS}$	$3.99\pm2.40$	$3.75\pm2.82$	$13.23\pm0.78^{NS}$	13.13±1.33	$12.12\pm0.47$	
Total	$565.36\pm39.1^{NS}$	538.51±95.0	425.26±155.0	$373.02\pm123.9^{NS}$	374.93±111.9	$331.99\pm96.7$	

Values are expressed as mean $\pm$ SD (n=3). NS, not significant. Values not sharing a common letters in the row are significantly different among groups (P<0.05).

(branched chain amino acid, BCAA)의 경우 체내에서 합성이 불가능하여 식이로 섭취해야 하는 필수아미노산에 속하며, 근육 내 필수아미노산의 35%를 차지하고 간 대신 근육에서 분해되어 에너지를 생성하는데 주요한 역할을 한다(Shu 등, 2014). 완도지역의 전복과 바지락은 대조지역에비해 구성아미노산의 BCAA 수치가 높았으나 통계적 차이는 보이지 않았다(P>0.05). 전복의 경우 valine 함량은 각각 1.3배, leucine 함량은 각각 1.2배, isoleucine 함량은 1.2~1.3배 높았으며, 바지락의 경우 valine, leucine, isoleucine의 함량은 각각 1.1배 높았다.

전복의 유리아미노산 함량은 대조지역이 완도지역에 비해 lysine, threonine, aspartic acid가 유의적으로 높았으나 총 유리아미노산 함량은 완도지역이 높았으며 지역 간의 유의적인 차이는 없었다(P>0.05, Table 4). 유리아미노산 중 cystathionine의 함량은 완도 B지역이 대조지역에 비해 4.3배 높아 유의적으로 높았으며(P<0.05), 완도 A지역은 대조지역에 비해 2.7배 높은 경향을 보였다. Cystathionine은 cysteine으로 전환되고 이는 비가역적으로 taurine을 생성한다(Coleman 등, 2019). Taurine은 세포막 안정화, 수소이온 항상성 유지, 항산화 등 다양한 생리 활성에 관여하는아미노산으로 완도지역(A와 B) 전복의 구성과 유리아미노산의 taurine 함량은 대조지역에 비해 수치가 높았으나 통계적인 차이는 없었다(P>0.05)(Seidel 등, 2019).

바지락의 유리아미노산 함량 분석 결과 완도 B지역의 methionine 함량은 타 지역에 비해 유의적으로 높았으며

특히 대조지역에 비해 1.5배 높음을 확인하였다(戶<0.05). 유리아미노산 중 lysine과 arginine 함량은 대조지역이 완도지역에 비해 높은 반면, glycine 함량은 완도 A지역이 대조지역에 비해 유의적으로 높았고 B지역 역시 높은 경향을 보였다(戶<0.05). 완도 B지역에 비해 유의적으로 높았으나(戶<0.05) 대조지역과는 유의적인 차이는 보이지 않았다(戶>0.05).

이와 같이 전복의 구성아미노산은 통계적인 차이를 보이 진 않았으나(P>0.05) 완도 A지역이 leucine을 제외한 모든 필수아미노산과 serine을 제외한 비필수아미노산이 지역별 가장 높은 수치를 보였으며 leucine과 serine은 완도 B지역 이 가장 높았다. 바지락의 경우에도 통계적인 차이를 보이진 않았으나(P>0.05) 완도 A지역은 필수아미노산인 histidine, phenylalanine, threonine과 비필수아미노산인 aspartic acid, glycine, serine, tyrosine의 수치가 가장 높았 으며, 그 외 필수아미노산과 비필수아미노산은 완도 B지역 의 바지락이 높게 나타났다. 전복의 유리아미노산은 완도 B지역에서 lysine과 threonine을 제외한 모든 필수아미노 산이 타지역과 비교하여 가장 수치가 높았으며, 비필수아미 노산의 경우 유의적 차이가 나는 cystathionine을 비롯하여 arginine, alanine, ornithine, tyrosine이 높게 나타났다. 완 도 A지역은 taurine과 glutamic acid의 함량이 지역 중 가장 높았다. 바지락의 유리아미노산은 histidine, lysine, threonine을 제외한 모든 필수아미노산과 alanine, cystathio-

Table 4. The free amino acids composition of the freeze-dried abalone and short-neck clam

(mg/g)

		Abalone			Short-neck clam			
	Wando-A	Wando-B	Control	Wando-A	Wando-B	Control		
Essential amino aci	Essential amino acids (EAA)							
Valine	$0.92\pm0.15^{NS}$	$0.96\pm0.05$	$0.79\pm0.04$	$0.42\pm0.01^{NS}$	$0.48\pm0.07$	$0.44 \pm 0.02$		
Leucine	$0.75\pm0.16^{NS}$	$0.82\pm0.12$	$0.70\pm0.01$	$0.41\pm0.05^{NS}$	$0.46\pm0.09$	$0.39\pm0.03$		
Histidine	$0.57\pm0.13^{NS}$	$0.64\pm0.07$	$0.47 \pm 0.02$	$0.20\pm0.02^{a}$	$0.22\pm0.03^{a}$	$0.31\pm0.03^{b}$		
Isoleucine	$0.47\pm0.10^{NS}$	$0.51\pm0.08$	$0.45\pm0.03$	$0.28\pm0.03^{NS}$	$0.34\pm0.09$	$0.29\pm0.04$		
Phenylalanine	$0.59\pm0.12^{NS}$	$0.68 \pm 0.08$	$0.59\pm0.02$	$0.28\pm0.03^{NS}$	$0.36\pm0.13$	$0.23 \pm 0.03$		
Methionine	$0.39\pm0.06^{NS}$	$0.43\pm0.07$	$0.40\pm0.03$	$0.26\pm0.01^{a}$	$0.34\pm0.03^{b}$	$0.23\pm0.00^{a}$		
Lysine	$1.45\pm0.25^{a}$	$1.61\pm0.15^{ab}$	$1.92\pm0.02^{b}$	$0.67\pm0.09^{a}$	$0.65\pm0.01^{a}$	$0.98\pm0.11^{b}$		
Threonine	$1.17\pm0.17^{a}$	$1.26\pm0.11^{a}$	$1.71\pm0.06^{b}$	$0.44{\pm}0.08^{NS}$	$0.51\pm0.10$	$0.53\pm0.01$		
Total	$6.82\pm0.31^{NS}$	6.41±1.25	$7.00\pm0.09$	$3.01\pm0.33^{NS}$	$3.40\pm0.59$	$3.48\pm0.32$		
Non-essential amine	Non-essential amino acids							
Cystathionine	$0.19\pm0.07^{ab}$	$0.30\pm0.10^{b}$	$0.07\pm0.01^{a}$	$0.05\pm0.00^{NS}$	$0.09\pm0.04$	$0.07 \pm 0.02$		
Arginine	$18.39\pm0.76^{NS}$	$18.69\pm2.89$	$15.43 \pm 0.67$	$5.93\pm0.07^{a}$	$5.97\pm0.08^{a}$	$6.44\pm0.24^{b}$		
Alanine	$3.17\pm0.17^{NS}$	$3.26\pm0.26$	$2.70\pm0.34$	$7.65\pm0.11^{a}$	$8.94\pm0.26^{b}$	$8.43\pm0.47^{b}$		
Taurine	$47.06\pm5.57^{NS}$	45.75±5.69	$44.49\pm4.82$	$30.39\pm4.20^{NS}$	$31.84\pm3.32$	$39.99 \pm 17.00$		
Ornithine	$0.18\pm0.04^{NS}$	$0.19\pm0.04$	$0.17 \pm 0.02$	$0.10\pm2.2^{NS}$	$0.09\pm0.03$	$0.14\pm0.02$		
Glutamic acid	$3.86\pm0.66^{NS}$	$3.62\pm0.56$	$3.64\pm0.75$	$7.22\pm0.20^{a}$	$8.90\pm0.14^{b}$	$9.11\pm0.68^{b}$		
Aspartic acid	$0.57\pm0.41^{a}$	$0.78\pm0.41^{a}$	$1.71\pm0.17^{b}$	$3.09\pm0.11^{b}$	$1.81\pm0.07^{a}$	$3.06\pm0.12^{b}$		
Glycine	$7.51\pm1.28^{NS}$	$7.78\pm0.58$	$9.22\pm0.21$	$19.89 \pm 0.76^{b}$	16.96±1.44 <sup>ab</sup>	$15.70\pm1.21^{a}$		
Serine	$1.86\pm0.20^{NS}$	$1.85\pm0.28$	$1.87 \pm 0.05$	$0.41\pm0.05^{NS}$	$0.35\pm0.07$	$0.36\pm0.03$		
Tyrosine	$1.05\pm0.03^{NS}$	$1.05\pm0.09$	$0.99\pm0.02$	$0.27\pm0.06^{NS}$	$0.33 \pm 0.08$	$0.34 \pm 0.03$		
Total	$90.91\pm7.32^{NS}$	91.47±7.11	88.33±4.75	$77.24\pm5.28^{NS}$	78.84±5.19	87.36±17.39		

Values are expressed as mean $\pm$ SD (n=3). NS, not significant. Values not sharing a common letters (a,b) in the row are significantly different among groups (P<0.05).

nine이 완도 B지역에서 가장 높은 수치를 보였으며 완도 A지역 바지락은 glycine과 serine, aspartic acid의 함량이 높았다. 각 지역별 아미노산 함량이 차이를 보임에 따라 서 식 환경에 영향을 받은 것으로 사료된다.

## 맛 패턴 분석

식품의 맛을 평가하기 위해서는 주로 인간의 감각기관을 통해 묘사적 분석 방법인 관능평가를 주로 활용하나 숙련된 패널이 필요하며 주관적이라는 단점을 가진다(Jeon 등, 2017). 이에 따라 최근에는 관능평가의 단점을 보완하고 표준화된 데이터를 제공하는 전자혀 시스템을 활용하여 맛을

분석하는데 이는 감응센서를 이용하여 기본적인 맛 성분에 대한 반응도를 측정하고 있다(Kim 등, 2018). 완도와 대조지역의 전복과 바지락 가식부가 가지는 맛의 특성을 전자혀 장비를 활용하여 기본 맛 성분인 감칠맛(umami), 짠맛(saltiness), 단맛(sweetness), 신맛(sourness) 및 쓴맛(bitterness)을 분석한 뒤 비교한 sensory score 결과를 Fig. 1에 제시하였다.

감칠맛 강도 분석 결과 전복은 완도 A지역이 7.2로 가장 높았으며 완도 B지역이 6.3, 그리고 대조지역은 4.8 순으로 완도지역 전복의 감칠맛의 강도가 확인되었다.

Shin 등(2008)은 어류 및 해산물의 맛은 아미노산의 총량

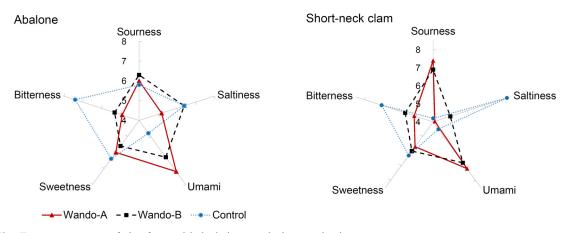


Fig. 1. The E-tongue pattern of the freeze-dried abalone and short-neck clam.

에 비례하기보다 맛을 감지하는 최저농도인 맛의 역치를 고 려한 맛의 수치와 관련이 있다고 보고하였다. 전복의 구성아 미노산 중 맛의 역치에 민감한 아미노산인 aspartic acid, glutamic acid, histidine 함량은 모두 완도 A> 완도 B> 대 조지역 순으로 높은 함량을 보였다. 바지락의 감칠맛 강도 또한 완도 A(7.2)> 완도 B(6.8)> 대조지역(4.5)으로 전복과 바지락이 동일한 결과를 보였으며 맛과 관련된 구성아미노 산 수치 역시 대조지역에 비해 완도 A와 B지역이 더 높은 함량을 보였다. 이는 맛과 관련된 아미노산(aspartic acid, glutamic acid, histidine)이 전복과 바지락의 감칠맛의 결 과에 영향을 미친 것으로 사료된다. 전복의 신맛의 경우에는 완도 두 지역(6.0~6.3)이 대조지역(5.8)에 비해 높은 수치 를 보였으며 바지락 역시 완도지역(6.9~7.4)이 대조지역 (4.2)에 비해 수치가 높았다. 전복의 짠맛은 대조지역과 완 도 B지역이 6.4로 높았고 완도 A지역은 5.2를 보였으며, 바지락의 경우에는 대조지역이 8.3으로 가장 높았고 완도

A, B(4.1~5.0)지역이 현저히 낮았다. 단맛과 쓴맛은 전복과 바지락 모두 완도 A와 B지역보다 대조지역이 가장 높은 수치를 보였다. Jo 등(2012)의 보고에 의하면 전자혀 수치가 2 level 이상 차이 날 경우 사람이 맛의 차이를 인지할 수있다고 판단하였다. 이 결과를 종합하여 볼 때, 완도와 대조지역의 전복과 바지락 간에 맛 강도 차이가 있는데 그중에서도 완도지역의 전복과 바지락은 감칠맛과 신맛이 높고 단맛과 쓴맛이 낮았다. 바지락은 대조지역에 비해 완도(A와 B)지역의 바지락이 짠맛의 강도가 낮았다.

다섯 가지의 개별 맛 성분 패턴을 이용하여 완도지역과 대조지역 각각의 분포 특성을 나타내기 위해 판별분석법 (discriminant function analysis; DFA)으로 나타내어 Fig. 2에 제시하였다. DF(discriminant factor) 1과 2의 plot을 통해 DF 1(84.81%)에 positive correspondence한 완도 A, B지역과 negative correspondence한 대조지역 전복의 명확한 cluster가 확인되었으며, DF 2(15.19%)에 의한 분

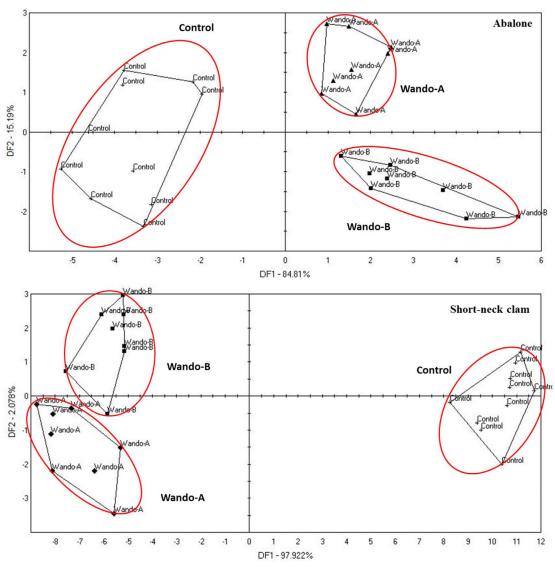


Fig. 2. The discriminant function analysis of the freeze-dried abalone and short-neck clam.

포에서는 완도지역 중 A지역과 B지역에 의한 구분이 확인되었다. 바지락의 경우에도 DF 1(97.92%)에 positive correspondence한 대조지역과 negative correspondence한 완도 A, B지역으로 명확한 cluster가 확인되어 완도지역의 전복과 바지락의 맛 특성이 대조지역과 확연히 구별되었다. 이는 채취지역에 따라 맛의 특징이 달라지며 완도지역의 전복과 바지락은 감칠맛이 높은 특성을 보였다.

## 요 약

본 연구는 완도지역 대표 패류인 전복과 바지락의 맛과 영양 적 특성 분석을 위하여 완도 내 2곳의 해역과 생산량이 높은 신안과 서천을 각각 대조지역으로 선정하고 일반성분, 무기 질, 아미노산 및 전자센서를 이용한 맛 특성을 분석하였다. 완도 A, B지역의 전복과 바지락은 대조지역에 비해 조단백 과 조회분 함량이 높았으며 탄수화물 함량은 낮았다. 바지락 은 조지방 함량 또한 대조지역에 비해 유의적으로 낮았다. 완도지역 전복은 다량무기질인 Ca과 Mg이 대조지역에 비 해 높았으며 Fe은 대조지역이 더 높았다. 완도지역 바지락 은 Na, Ca, Mg과 미량무기질인 Fe, Zn 모두 대조지역에 비해 높았으며 K의 경우는 완도 A지역에서만 유의적인 차 이를 보였다. 완도 전복과 바지락은 구성아미노산 중 필수아 미노산과 BCAA의 함량이 대조지역에 비해 높았으나 통계 적 차이는 없었다. 또한 유리아미노산 구성에서 완도 전복은 cystathionine이 대조군에 비해 유의적으로 높아 지역 간의 차이를 보였다. 전자센서를 이용한 맛 특성 분석 결과 완도 A, B지역의 전복과 바지락은 감칠맛과 신맛이 높았으며, 대 조지역의 경우 쓴맛과 단맛이 높았고, 특히 바지락의 경우 대조지역에 비해 짠맛이 매우 낮았다. 따라서 지역 간에 맛 및 영양성분이 다른 것을 확인하였으며, 이는 해양 및 갯벌 환경 등 서식지 추가 연구를 통해 완도지역의 해산물과 환경 연구에 기초자료로 활용될 수 있다고 사료된다.

## 감사의 글

본 논문은 완도군 연구용역과제 연구비 지원에 의해 수행된 연구내용의 일부로 지원에 감사드립니다.

## **REFERENCES**

- Albaugh VL, Pinzon-Guzman C, Barbul A. Arginine-dual roles as an onconutrient and immunonutrient. J Surg Oncol. 2017. 115:273-280.
- AOAC. Official methods of analysis of AOAC International. 21st ed. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MA, USA, 2019.
- Bae Y, Kim Y. A study on the kinds and characteristics of fast foods: by highschool students in Daejeon. J Korean Home Econ Educ Assoc. 2016. 28:79-88.
- Cheong SH, Hwang JW, Lee SH, Kim YS, Sim EJ, Kim EK, et al. Anti-inflammatory effect of short neck clam (*Tapes*

- philippinarum) water extract containing taurine in zebrafish model. Adv Exp Med Biol. 2015. 803:819-831.
- Cho ES, Youn SH. Marine environmental and phytoplankton monitoring in Wando coastal waters in august during the period of 2009-2010. J Korean Soc Mar Environ Saf. 2012. 18: 95-100.
- Chun OK, Han SH. A study on the contents of inorganic compounds in soft drinks. J Food Hyg Safety. 2000. 15:344-350.
- Coleman DN, Alharthi A, Lopreiato V, Trevisi E, Miura M, Pan YX, et al. Choline supply during negative nutrient balance alters hepatic cystathionine β-synthase, intermediates of the methionine cycle and transsulfuration pathway, and liver function in Holstein cows. J Dairy Sci. 2019. 102:8319-8331.
- De Zoysa M. Nutritional value, bioactive compounds, and health-promoting properties of abalone. In: Se-Kwon Kim, editor. Marine Nutraceuticals: Prospects and Perspectives, CRC Press Inc., Boca Raton, FL, USA. 2013. p 57-70.
- Fuentes A, Fernández-Segovia I, Serra JA, Barat JM. Comparison of wild and cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) quality. Food Chem. 2010. 119:1514-1518.
- Im YG, Choi JS, Kim DS. Mineral contents of edible seaweeds collected from Gijang and Wando in Korea. J Kor Fish Soc. 2006. 39:16-22.
- Jeon SY, Kim JS, Kim GC, Choi S, Kim S, Kim K. Analysis of electronic nose and electronic tongue and sensory characteristics of commercial seasonings. Korean J Food Cook Sci. 2017. 33:538-550.
- Jo HS, Kim KH, Kim MJ, Kim HJ, Im YJ, Kwon DH, et al. Sensory characterization of domestic mottled skate *Raja pul-chra* as affected by area caught, sex and fish weight. Korean J Fish Aquat Sci. 2012. 45:619-626.
- Jung HT, Kim J, Shin JA, Soh HY, Choi SD. Genetic relationship of the five venerid clams (Bivalvia, Veneridae) in Korea. J of Aquaculture. 2004. 17:251-257.
- Kang JH, Kim TY. A study on current fisheries distribution laws and their improvement measures. Report of Korea Maritime Institute, Seoul, Korea. 2013. p 64-68.
- Kim BL, Choi YH, Lee HS, Jeong YG. Comparative analysis of heavy metals and useful components of marine resources with potential healing properties. Asian J Beauty Cosmetol. 2019. 17:455-466.
- Kim BS, Oh BJ, Lee JH, Yoon YS, Lee HI. Effects of various drying methods on physicochemical characteristics and textural features of yellow croaker (*Larimichthys polyactis*). Foods. 2020. 9:196. https://doi.org/10.3390/foods9020196
- Kim HL, Kang SG, Kim IC, Kim SJ, Kim D, Ma SJ, et al. *In vitro* anti-hypertensive, antioxidant and anticoagulant activities of extracts from *Haliotis discus hannai*. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2006. 35:835-840.
- Kim HS, Park JW, Lee YJ, Shin GW, Park IB, Jo YC. The amino acid content and antioxidant activities of glasswort (*Salicornia herbacea* L.). Korean J Food Preserv. 2009. 16: 427-434.
- Kim HS, Woo S, Shin EC. Physicochemical properties and taste measurement using an electronic sensor in *Wasabia koreana* Nakai. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2018. 47:1144-1152.
- Kim MG, Kim YS, Kim YS, Lee SB, Ryu KS, Yoon MH, et al. A study on the content of minerals in fortified food. J Fd Hyg Safety. 2014. 29:99-104.
- Kim SK, Pallela R. Medicinal foods from marine animals: current status and prospects. Adv Food Nutr Res. 2012. 65:1-9.
- Lee DS, Lee SH, Jeon YJ, Cheong SH. Antioxidant effects of short-neck clam (*Tapes philippinarum*) water extract containing taurine against AAPH-induced oxidative stress in zebra-

- fish embryos. Adv Exp Med Biol. 2017. 2:1035-1046.
- Lee SJ, Oh SJ, Kang MJ, Shin JH, Kang SK. Antioxidant and anti-fatigue effects of abalone (*Haliotis discus hannai*) composites containing natural plants. Korean J Food Preserv. 2015. 22:598-606.
- Li J, Kim BS, Kang SG. Analysis and comparison of general compositions, amino acids, fatty acids and collagen of abalone harvested in three different regions in Korea. Korean J Food Preserv. 2013. 20:441-450.
- Li J, Tong D, Ko DO, Chung DO, Jeong W, Kim J, et al. Anti-oxidant and anti-skin-aging effects of abalone viscera extracts in human dermal fibroblasts. Korean J Food Preserv. 2012. 19:463-469.
- Lim HS, Choi JW. Ecological impact of the dyke construction on the marine benthos community of the oligohaline Youngam lake. J Kor Fish Soc. 2005. 38:172-183.
- Lin JJ, Liu YC, Chang CJ, Pan MH, Lee MF, Pan BS, et al. Hepatoprotective mechanism of freshwater clam extract alleviates non-alcoholic fatty liver disease: elucidated in vitro and in vivo models. Food Funct. 2018. 9:6315-6325.
- Ministry of Oceans and Fisheries. Statistical yearbook of oceans & fisheries. Ministry of Oceans and Fisheries, Sejong, Korea. 2020. p 200-255.
- Mok JS, Lee DS, Yoon HD. Mineral content and nutritional evaluation of fishes from the Korean coast. J Kor Fish Soc. 2008. 41:315-323.
- Moon JH, Kim JT, Kang ST, Hur JH, Oh KS. Processings and quality characteristics of flavoring substance from the shortneck clam, *Tapes philippinarum*. J Kor Fish Soc. 2003. 36: 210-219.
- Oh HJ, Kim SH, Moon SY. The characteristics of phytoplankton community of cold water in the around sea of Wando in summer. J Environ Sci Int. 2008. 17:949-956.
- Økland HMW, Stoknes IS, Remme JF, Kjerstad M, Synnes M. Proximate composition, fatty acid and lipid class composition of the muscle from deep-sea teleosts and elasmobranchs. Comp Biochem Physiol B Biochem Mol Biol. 2005. 140:437-443
- Park JW, Lee YJ, Park IB, Shin GW, Jo YC, Koh SM, et al.

- Comparison of the physicochemical properties of meat and viscera of dried abalone (*Haliotis discus hannai*) prepared using different drying methods. Korean J Food Preserv. 2009. 16:686-698.
- Rajapakse N, Kim SK. Nutritional and digestive health benefits of seaweed. Adv Food Nutr Res. 2011. 64:17-28.
- Razak MA, Begum PS, Viswanath B, Rajagopal S. Multifarious beneficial effect of nonessential amino acid, glycine: A review. Oxid Med Cell Longev. 2017. Article ID 1716701. https://doi.org/10.1155/2017/1716701
- Seidel U, Huebbe P, Rimbach G. Taurine: A regulator of cellular redox homeostasis and skeletal muscle function. Mol Nutr Food Res. 2019. 63:e1800569. https://doi.org/10.1002/mnfr. 201800569
- Shin GM, Ahn YS, Shin DM, Kim HS, Kim HJ, Yoon MS, et al. Comparison of muscle color, taste and nutrition components between red seabream cultured by feeding and starving. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2008. 37:1142-1147.
- Shu X, Kang K, Zhong J, Ji S, Zhang Y, Hu H, et al. Meta-analysis of branched chain amino acid-enriched nutrition to improve hepatic function in patients undergoing hepatic operation. Zhonghua Gan Zang Bing Za Zhi. 2014. 22:43-47.
- Surh J, Kim JO, Kim MH, Lee JC, Lee BY, Kim MY, et al. Nutritional properties, as food resources for menu development, of cubed snailfish, shaggy sea raven, and two kinds of wild vegetable that are staple products in Samcheok. Korean J Food Cook Sci. 2009. 25:690-702.
- The Korean Nutrition Society. Recommended dietary allowances for Koreans. The Korean Nutrition Society, Seoul, Korea. 2010. p 157-218.
- Wando-gun. Statistical yearbook of Wando-Cooperative sales of fishery products. Wando, Korea. 2020. p 120.
- Xiao M, Lin L, Chen H, Ge X, Huang Y, Zheng Z, et al. Anti-fatigue property of the oyster polypeptide fraction and its effect on gut microbiota in mice. Food Funct. 2020. 11:8659-8669.
- Zheng P, Hao G, Weng W, Ren H. Antioxidant activities of hydrolysates from abalone viscera using subcritical water-assisted enzymatic hydrolysis. Food Bioproc Tech. 2019. 12: 910-918.