

## 멍게(*Halocynthia roretzi*) 식해 및 조미 멍게의 영양 및 생리활성 특성

김풍호, 김민지<sup>1</sup>, 김지혜<sup>1</sup>, 이지선<sup>3</sup>, 김기현<sup>1</sup>, 김현정<sup>1</sup>, 전유진<sup>4</sup>, 허민수<sup>2</sup>, 김진수<sup>1\*</sup>

국립수산과학원 남동해수산연구소, <sup>1</sup>경상대학교 해양식품공학과/해양산업연구소,  
<sup>2</sup>경상대학교 식품영양학과, <sup>3</sup>(재) 부산테크노파크 해양생물산업육성센터, <sup>4</sup>제주대학교 해양의생명과학부

### Nutritional and Physiologically Active Characterizations of the Sea Squirt *Halocynthia roretzi* Sikhae and the Seasoned Sea Squirt

Poong Ho Kim, Min Ji Kim<sup>1</sup>, Ji Hye Kim<sup>1</sup>, Ji Sun Lee<sup>3</sup>, Ki Hyun Kim<sup>1</sup>, Hyeon Jeong Kim<sup>1</sup>,  
You-Jin Jeon<sup>4</sup>, Min Soo Heu<sup>2</sup> and Jin-Soo Kim<sup>1\*</sup>

Southeast Sea Fisheries research Institute, National Fisheries Research & Development Institute, Tongyeong 650-943, Korea

<sup>1</sup>Department of Seafood Science and Technology/Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University,  
Tongyeong 650-160, Korea

<sup>2</sup>Department of Food Science and Nutrition, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

<sup>3</sup>Busan Technopark Marine Bioindustry Dvelopment Center, Busan 619-912, Korea

<sup>4</sup>Department of Marine Life Sciences, Jeju National University, Jeju 690-756, Korea

This study was carried out to investigate nutritional and physiologically active characterizations of sikhae and the seasoned products from the sea squirt *Halocynthia roretzi*. The total taste values of sikhae fermented for 4 and 5 days were 10.9 and 15.4, respectively, which was lower than for commercially seasoned sea squirts. The sikhaes contained mostly glutamic and aspartic acids. The total amino acid contents of sikhaes fermented for 4 and 5 days were 5.5 and 6.0 g/100 g, respectively, which were lower than those of commercial seasoned-sea squirts or similar. An amount of 100 g of sikhae and its seasoned products contained P, K, Mg and Fe, and these minerals, which are deemed good for our health, were at 10% above the recommended daily requirements. The functional properties of sikhae fermented for 4 and 5 days were as follows: for ACE inhibiting activity, 69 and 69.5%, respectively; for antioxidative activity, 28.9 and 29.3%, respectively; for xanthine oxidase inhibitory activity, 52.8 and 53.1%, respectively; and for  $\alpha$ -glucosidase inhibitory activity, 2.4 and 1.4%, respectively. Antimicrobial activity of the 5 day fermented sikhae against *Vibrio parahaemolyticus* and *Staphylococcus aureus* was detected in 8 mm and in 7 mm against *Escherichia coli*.

Key words: Ascidian, *Halocynthia roretzi*, Sea squirt, Sea squirt sikhae, Traditional seafoods

## 서 론

멍게(*Halocynthia roretzi*)는 플랑크톤을 먹이로 하면서 수온 5-24°C, 수심 6-20 m인 해역의 바위 등에 붙어 서식하는 생태적 특성에 따라, 우리나라에서는 주로 동해안과 남해안에서 생산되고 있다(Lee et al., 1993b). 또한, 멍게는 양식 기술의 발달과 양식 면적 확대의 증산 조건이 형성되어 2002년부터 2011년까

지 7,440-10,579 M/T 이 생산되었으며, 주로 늦봄부터 여름 사이에 일시에 다량 생산되었으나(Agriculture Forestry Fisheries Information Service, 2012), 가공 기능성이 낮아 주로 생식으로만 소비되고 있어 가격이 생산량에 따라 급락하기도 하는 대표적인 수산물 중의 하나이다. 따라서, 멍게 양식 어민들의 입장에서 멍게의 공급 물량 조절에 의한 가격 안정화가 절실한 실정이고, 이의 가장 효율적인 해결 방법이 멍게를 활용한 가공

### Article history;

Received 28 December 2012; Revised 26 February 2013; Accepted 2 October 2013

\*Corresponding author: Tel: +82. 55. 772. 9146 Fax: +82. 55. 772. 9149

E-mail address: jinsukim@gnu.ac.kr

Kor J Fish Aquat Sci 47(1) 001-011, February 2014

<http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2014.0001>

pISSN:0374-8111, eISSN:2287-8815

© The Korean Society of Fishereis and Aquatic Science. All rights reserved

품의 개발이다.

하지만, 현재까지 명게의 이용에 관한 연구로는 육을 활용한 젓갈(Lee et al., 1993a)과 건제품(Lee et al., 1994)의 가공과 껍질을 활용한 섬유소 추출 및 기능성 소재로의 이용(Choi et al., 1994;1996) 등이 보고되고 있다. 그리고, 시판 명게 가공품으로는 명게 육에 조미료, 곡류와 야채를 적절히 혼합하여 제조한 명게 조미 제품이 있다. 그러나, 이들 명게 관련 시제품들과 시판품들은 가공 및 유통 중 과도한 첨가물의 첨가, 흑변의 발생, 짧은 저장성 및 고단가 등의 요인으로 산업화에 상당히 어려움을 겪고 있다.

우리나라 대표 수산 전통발효식품 중의 하나인 식해는 곡식의 식(食)자와 어육으로 담근 젓갈 해(醃)자를 합쳐 표기한 것으로 한국, 중국, 일본 등에서 즐겨 식용되고 있다. 식해는 우리나라에서 지방에 따라 약간씩 차이가 있으나 일반적으로 세월 가지미, 도다리, 전어, 조기, 명태, 갈치, 쥐치, 도루묵, 멸치, 빨간 횡대, 우럭, 오징어, 고동, 백합 등과 같이 일반적으로 젓갈의 원료가 되는 어패류를 염지한 후 여기에 10% 정도의 식염을 가하고, 조밥, 엿기름, 고춧가루, 무 등의 부재료를 혼합한 다음 숙성 발효시켜 제조한다. 이로 인하여 식해는 어패육이 염지 및 숙성 중에 적당히 분해됨과 동시에 발효된 부원료 성분이 여기에 침투하여 독특한 풍미를 가진다(Lee et al., 2001).

이들 식해에 관한 연구는 주로 제조 방법에 대한 연구, 저장성 및 기능성 부여에 대한 연구가 일부 있으나 이들의 경우도 극히 한정적으로 이루어져 있다. 즉 식해의 제조 방법에 관한 연구로는 오징어 식해의 개발을 위한 숙성 온도 및 기간에 따른 화학적, 미생물학적 및 효소학적 특성에 관한 연구(Kim et al., 1994c;1994d)와 마늘, 고춧가루 및 곡류 첨가량에 따른 식품 성분에 관한 연구(Kim et al., 1994a;1994b), 복어, 참가자미, 우럭 및 골뱅이 식해의 제조 방법에 따른 미생물의 특성 변화에 대한 연구(Kim et al., 2008), 경상도 전통 마른 오징어 식해의 제법 조사와 이들의 품질 특성 조사(Choi et al., 2001a), 그리고, 젓산균의 분리, 동정 및 숙성 과정 중 유기산의 변화에 관한 연구(Lee et al., 2001), 함경도 지방의 전통 가자미 식해의 소금 첨가수준에 따른 숙성 중 맛 성분의 변화에 관한 연구(Jung et al., 1992), 백합 식해 발효 중 생화학적 및 미생물학적 특성의 변화에 관한 연구(Koo et al., 2009) 등과 같이 다수가 있다. 하지만, 이들 여러 연구자들의 식해에 관한 연구 패턴은 가자미, 명태, 오징어, 백합 등과 같이 몇 종의 어종에 한정되어 있고, 과잉 생산되어 새로운 가공품의 개발이 절실한 명게에 대하여는 적용되지 못하고 있다. 또한, 식해는 숙성 중 젓산균이 분비하는 젓산의 정도에 따라 선호하는 소비자층이 달라, 신맛의 강도가 낮은 제품의 경우 신세대가, 높은 제품의 경우 기성세대가 선호하고 있다. 따라서 식해의 소비 확대를 위하여는 반드시 식해의 신맛 강도를 달리하여 제품화할 필요가 있다.

본 연구에서는 명게의 효율적인 이용을 위한 일련의 연구로 명게 식해를 신맛의 강도를 달리한 2종의 제품, 즉 신맛의 강도

Table 1. Additives used for preparing sikhae and commercial seasoned-products from sea squirt *Halocynthia roretzi*

Product	Additives
Sea squirt sikhae	Rice, cooked rice from nonglutinous millet and rice, red pepper powder, malt powder, wheat flour, chopped garlic, chopped ginger, water, shredded radish, sugar
	TY Anchovy sauce, rice gruel, starch syrup, red pepper powder, and so on
Commercial -seasoned sea squirt	UL Red pepper powder, bamboo salt, garlic, lotus root, onion, sesame, and so on
	SO Common salt, red pepper powder, garlic, ginger, vinegar, starch syrup, and so on

TY: commercial seasoned-sea squirt prepared in Tongyeong, UL: commercial seasoned-sea squirt prepared in Uljin, SO: commercial seasoned-sea squirt prepared in Sokcho

가 낮은 4일 숙성 제품과 높은 5일 숙성 제품으로 달리하여 제조한 다음 이의 맛, 영양 및 건강 기능성에 대하여 살펴보고, 아울러 시판 조미 명게와 비교 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 명게, 기타 부원료 및 시판 조미 명게

시제 명게 식해의 주재료인 명게(*Halocynthia roretzi*)는 2011년 7월에 경상남도 통영시 소재 양식장에서 어획하고 탈각한 다음 주수동결하여 보관 중인 것을 동일 지역에 소재하는 명게수 산업협동조합으로부터 구입하여 냉동고(-25℃)에 보관하여 두고 실험에 사용하였다.

시제 명게 식해의 부재료인 쌀(형제 영농법인)은 경상남도 통영시 소재 M마트로부터, 메조 (주) 두보식품, 맥아(주) 남양식품, 고춧가루(주) 롯데쇼핑, 다진마늘(주) CJ 제일제당, 다진생강(주) 뉴푸드, 밀가루(주) CJ 제일제당, 설탕(주) CJ 제일제당, 소금(호남염전) 및 무 등은 경상남도 통영시 소재 E마트로부터 2012년 1월에 구입하여 사용하였다.

시판 조미 명게의 데이터는 Lee et al. (2013)의 자료를 활용하였다. 즉, 이 자료에 의하면 시판 조미 명게는 경상남도 통영시, 경상북도 울진군과 강원도 속초시에서 각각 생산된 3종을 2011년 8월에 온라인상으로 구입되었다. 이들 3종 시판 조미 명게의 포장 용기에 기재된 부원료는 Table 1에 언급된 바와 같이 TY 제품(통영산 조미 명게 제품)의 경우 멸치 액젓, 쌀죽, 물엿 및 고춧가루 등을, UL 제품(울진산 조미 명게 제품)의 경우 고춧가루, 죽염, 마늘, 연근, 양파 및 참깨 등을, SO 제품(속초산 조미 명게 제품)의 경우 천일염, 고춧가루, 마늘, 생강, 식초 및 물엿 등이었다.

### 명계 식해의 제조

시제 명계 식해는 Kim et al. (2013)이 언급한 방법으로 제조하였다. 먼저 식해의 제조에 사용할 염지처리 명계는 냉동 명계를 유수해동하고, 원심분리 (930×g, 20분)한 후 이를 일정한 크기(폭 0.5 cm 간격)로 dice 처리한 다음 여기에 식염 2% (w/w)를 가하고, 30분 동안 염지하여 제조하였다. 명계 식해의 제조를 위한 믹스(mix)는 염지 명계 무게에 대하여 메조밥(쌀과 메조를 1:1 (w/w)로 혼합하여 제조한 된밥) 50% (w/w), 고춧가루 30% (w/w), 맥아가루 10% (w/w), 밀가루 3% (w/w), 다진 마늘 15% (w/w), 다진 생강 5% (w/w), 물 50% (v/w), 무채(무채 무게의 5% (w/w)에 해당하는 소금에 30분 동안 절인 다음 손으로 짜서 물기를 제거한 것) 40% (w/w), 설탕 1% (w/w)를 혼합하여 제조하였다.

시제 명계 식해는 명계 믹스를 플라스틱 용기(직경×높이, 14×18 cm, 용량 2 L)에 넣어 밀봉한 후 15℃로 조정된 인큐베이터(EYELA LTI-400E, Rilalilil Co., Japan)에서 Kim et al. (2013)의 결과를 토대로 신맛의 선호도에 따라 4일과 5일로 구분하여 숙성시켜 제조하였다.

### 맛 특성

명계 식해 및 조미 명계의 맛 특성은 유리아미노산과 이로부터 환산한 taste value로 살펴보았다. 유리아미노산 분석 시료는 식해에 20% trichloroacetic acid (TCA) 30 mL를 가하여 균질화하고 정용(100 mL) 및 원심분리(1,000×g, 10 min)한 다음 상층액 중 80 mL를 분액 깔때기에 취하여 동량의 ether를 사용하여 TCA 제거 공정을 4회 반복하였고, 다시 이를 농축 및 lithium citrate buffer (pH 2.2)로 정용(25 mL)하여 제조하였다. 유리아미노산은 전처리 시료의 일정량을 이용하여 아미노산 자동분석기(Pharmacia Biotech Biochrom 30, Biochrom Ltd., England)로 분석하였다.

Taste value는 명계 식해 및 조미 명계의 유리아미노산 함량과 Kato et al. (1989)이 제시한 유리아미노산의 taste threshold를 이용하여 다음과 같이 계산하여 나타내었다.

$$\text{Taste value} = \left( \frac{\text{유리아미노산의 함량}}{\text{유리아미노산의 taste threshold}} \right) \times 100$$

### 총아미노산

총아미노산의 분석 시료는 일정량(약 50 mg)의 명계 식해 또는 조미 명계에 6 N HCl 2 mL를 가하고, 밀봉 및 heating block (HF21, Yamato, Japan)으로 가수분해(110℃, 24시간)한 후 glass filter로 여과 및 감압건조하고, 이를 sodium citrate buffer (pH 2.2)로 정용하여 제조하였다. 명계 식해 또는 조미 명계의 총아미노산은 전처리 시료의 일정량을 이용하여 아미노산 자동분석기(Pharmacia Biotech Biochrom 30, England)로 분석

하였다.

### 무기질

무기질의 분석 시료는 Tsutagawa et al. (1994)이 실시한 방법에 따라 명계 식해 또는 조미 명계의 무기질을 질산으로 습식 분해하여 제조하였다. 명계 식해 또는 조미 명계의 무기질은 전처리 시료의 일정량을 이용하여 inductively coupled plasma spectrophotometer (ICP, Atomscan 25, TJA)로 분석하였다.

### 생리활성

명계 식해 및 조미 명계의 생리활성은 angiotensin-I converting enzyme (ACE) 저해활성, 2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl (DPPH) radical 소거 활성, α-glucosidase 저해 활성, xanthine oxidase 저해 활성 및 아질산염 소거 활성으로 살펴보았다. 생리활성을 살펴보기 위한 시료는 저온실(4℃)에서 균질화된 명계 식해 또는 조미 명계(100 g)에 6배량(v/w)의 메탄올을 가하고 6시간 동안 교반하여 추출 및 여과한 후 회전식 진공증발기 (Eyela N-1000, Rikakika Co., Japan)로 농축시킨 다음 농축물 (10 g)에 대하여 10배(v/w)의 물로 용해 및 여과하여 제조하였다. 즉, 이들의 생리활성과 항균활성은 식해 10 g을 식용하였을 때의 활성과 동일하다.

ACE 저해 활성은 정제 ACE를 이용하여 Horiuchi et al. (1982)의 방법에 따라 Zorbax 300SB C<sub>8</sub> column (Hewlett Packard Co., 4.6×150 mm)이 장착된 HPLC (LC-10AVP, Shimadzu Co., Japan)로 측정하였다.

DPPH radical 소거 활성은 위에서 언급한 방법으로 전처리한 추출물을 이용하여 Blois (1958)의 방법을 약간 변형한 방법으로 측정하였다. 즉, 추출물 0.3 mL에 4×10<sup>-5</sup> M DPPH 용액 2.7 mL를 가하고 교반한 후 30분간 반응시킨 다음 516 nm에서 흡광도를 측정하여 다음에 제시한 식에 따라 계산하여 나타내었다.

$$\text{DPPH free radical 소거 활성 (\%)} = \left( 1 - \frac{\text{시료의 흡광도}}{\text{대조구의 흡광도}} \right) \times 100$$

α-glucosidase 저해 활성은 위에서 언급한 방법으로 전처리한 추출물을 이용하여 Watanabe et al. (1997)의 방법에 따라 분광광도계로 흡광도(405 nm)를 측정하여 기질 첨가 전후의 변화된 흡광도의 차이로부터 다음과 같이 계산하여 나타내었다.

$$\alpha\text{-glucosidase 저해 활성 (\%)} = \left( 1 - \frac{A}{B} \right) \times 100$$

여기서 A는 시료의 흡광도(기질 첨가 후 흡광도 - 기질 첨가 전 흡광도)를 나타내고, B는 대조구(기질 첨가 후 흡광도 - 기질 첨가 전 흡광도)의 흡광도를 나타낸다.

Table 2. Reference bacteria used for measuring antibacterial activity

Gram's stain	Bacteria	Strain No.	Medium
(+)	<i>Staphylococcus aureus</i>	KCCM 11764	Muller-Hinton agar
(-)	<i>Escherichia coli</i>	KCCM 11569	Muller-Hinton agar
	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	KCCM 11965	Muller-Hinton agar

Xanthine oxidase 저해 활성은 위에서 언급한 방법으로 전처리한 추출물을 이용하여 Stripe and Corte (1969)의 방법에 분광광도계로 흡광도(292 nm)를 측정하여 다음 아래에 제시한 식에 따라 계산하여 나타내었다.

$$\text{Xanthine oxidase 저해 활성(\%)} = \left(1 - \frac{\text{반응구 흡광도}}{\text{대조구 흡광도}}\right) \times 100$$

### 항균 활성

항균 활성은 생리활성에서 언급한 방법으로 전처리한 농축물을 이용하여 Kim et al. (1999)이 언급한 방법에 따라 3종의 미생물을 사용하여 paper disk 법으로 실시한 다음 생성된 생육 저지환의 직경 크기(mm)로 나타내었다. 이 때 추출물의 항균 활성을 측정하기 위하여 사용한 미생물은 그람 양성균 1종 (*Staphylococcus aureus*)과 그람 음성균 2종(*Escherichia coli*, *Vibrio parahaemolyticus*)이었고, 이들은 한국미생물보존센터에서 분양을 받아 사용하였으며, 이에 대한 자세한 내용은 Table 2와 같다.

## 결과 및 고찰

### 맛 특성

숙성 기간이 다른 명계 식해 2종의 유리아미노산 함량을 분석한 다음 이의 결과를 Heu et al. (2013)에 의하여 보고된 조미 명계 3종과 비교한 결과는 Table 3과 같다. 숙성 기간을 달리한 명계 식해 2종의 총 유리아미노산 함량은 5일간 숙성시킨 것이 585.2 mg/100 g으로, 4일간 숙성시킨 것이 418.3 mg/100 g에 비하여 39%가 높았다. 이와 같이 숙성 기간에 따른 명계 식해의 총 유리아미노산 함량의 차이는 숙성기간의 차이에 따른 명계 단백질의 가수분해 정도의 차이 때문이라 판단되었다. 한편, 조미 명계 3종의 총 유리아미노산 함량은 TY가 430.2 mg/100 g, UL이 542.3 mg/100 g, SO가 754.9 mg/100 g이었다. 이와 같은 조미 명계의 총 유리아미노산 함량 결과로 미루어 보아 5

일 동안 숙성한 명계 식해가 조미 명계의 TY와 UL에 비하여는 높았으나, SO에 비하여는 낮았다.

숙성 기간을 달리한 명계 식해 2종의 주요 유리아미노산은 4일간 숙성한 것과 5일간 숙성한 것이 모두 asparagine (각각 64.5 mg/100 g 및 15.3%, 92.8 mg/100 g 및 15.7%), proline (각각 48.6 mg/100 g 및 11.5%, 61.0 mg/100 g 및 11.3%) 및 arginine (각각 64.1 mg/100 g 및 15.2%, 94.4 mg/100 g 및 16.0%)과 같은 3종이었다. 한편, 조미 명계 3종의 주요 유리아미노산은 TY의 경우 taurine (40.6 mg/100 g 및 9.4%), glutamic acid (59.8 mg/100 g 및 13.8%) 및 proline (50.6 mg/100 g 및 11.7%), UL의 경우 asparagine (54.4 mg/100 g 및 10.0%), glutamic acid (47.5 mg/100 g 및 8.8%) 및 lysine (45.2 mg/100 g, 8.3%), SO의 경우 glutamic acid (162.0 mg/100 g 및 21.5%), proline (71.1 mg/100 g 및 9.4%) 및 arginine (70.8 mg/100 g 및 9.4%)으로 제품에 따라 차이가 컸다. 따라서, 명계 식해의 주요 유리아미노산은 조미 명계 3종과는 차이가 있었다. 이와 같이 명계 식해와 조미 명계 간의 총 유리아미노산의 함량과 주요 유리아미노산의 종류가 차이가 있는 것은 제조 방법, 부원료의 종류 및 첨가 비율의 차이 때문이라 판단되었다(Heu et al., 2013).

숙성 기간을 달리한 명계 식해 2종 즉 4일간 숙성한 것과 5일간 숙성한 것은 glutamic acid의 함량 및 조성의 경우 각각 18.1 mg/100 g 및 4.3%와 26.5 mg/100 g 및 4.5%으로 조미 명계 3종에 비하여 확연히 낮았으나, GABA의 함량 및 조성의 경우 각각 23.7 mg/100 g 및 5.6%와 30.9 mg/100 g 및 5.2%으로 조미 명계 3종(TY의 경우 각각 7.3 mg/100 g 및 1.7%, UL의 경우 각각 5.2 mg/100 g 및 1.0%, SO의 경우 5.8 mg/100 g 및 0.8%)에 비하여 확연히 높아 차이가 있었다. 이와 같은 숙성 기간을 달리한 명계 식해 2종의 glutamic acid와 GABA의 함량과 조성이 조미 명계 3종의 그것들에 비하여 차이가 있는 것은 제품 간에 MSG의 첨가 유무에 의한 영향 이외에도, glutamic acid가 젖산균 발효에 의하여 GABA (Lee, 2011)로 전환되었기 때문이라 판단되었다.

일반적으로 식품의 맛은 유리아미노산에 의하여 크게 영향을 받고, 그 강도는 함량도 고려되어야 하나, 이보다 맛의 역치를 우선적으로 고려하여야 한다(Kato et al., 1989). 이러한 일면에서 명계 식해의 맛을 taste value (유리아미노산 함량/유리아미노산의 맛에 대한 역치)로 나타낸 결과는 Table 4와 같다. Kato et al. (1989)이 보고한 식품 100 g에 대한 맛의 역치는 다른 유리 아미노산들에 비하여 산성 아미노산인 aspartic acid와 glutamic acid가 각각 3 mg/100 g 및 5 mg/100 g으로 확연히 낮아 맛에 민감하리라 추정되었다. 숙성 기간을 달리한 명계 식해 2종 즉 4일간 숙성한 것과 5일간 숙성한 것의 total taste value는 각각 10.9 및 15.4로 숙성 기간이 경과함에 따라 맛의 강도는 증가하는 것으로 나타났다. 한편, 조미 명계의 total taste value는 TY의 경우 19.6, UL의 경우 18.9, SO의 경우 44.2이었다. 따라서 명계 식해의 전체적인 맛의 강도는 명계 식해가 조미 명계

Table 3. Free amino acid content (mg/100 g) of commercial seasoned-products and sikhaes from sea squirt *Halocynthia roretzi*

Amino acid	Commercial seasoned-sea squirt <sup>1</sup>			Sikhae <sup>2</sup>	
	TY	UL	SO	4D	5D
Phosphoserine	3.0(0.7)	2.2(0.4)	3.0(0.4)	1.7(0.4)	2.4(0.4)
Taurine	40.6(9.4)	27.8(5.1)	41.8(5.5)	23.5(5.6)	31.9(5.4)
Phenylethylamine	11.4(2.6)	19.7(3.6)	12.9(1.7)	15.0(3.6)	22.0(3.7)
Aspartic acid	12.1(2.8)	16.6(3.1)	19.8(2.6)	11.9(2.8)	16.6(2.8)
Hydroxyproline	<sup>3-</sup>	20.6(3.8)	20.3(2.7)	--	--
Threonine	17.9(4.1)	14.4(2.7)	22.8(3.0)	9.1(2.2)	14.0(2.4)
Serine	15.9(3.7)	12.4(2.3)	20.0(2.7)	10.0(2.4)	14.4(2.4)
Asparagine	14.0(3.2)	54.4(10.0)	35.6(4.7)	64.5(15.3)	92.8(15.7)
Glutamic acid	59.8(13.8)	47.5(8.8)	162.0(21.5)	18.1(4.3)	26.5(4.5)
Sarcosine	0.4(0.1)	0.7(0.1)	--	--	--
α-Amino adipic acid	0.3(0.1)	--	1.1(0.1)	0.1(0.0)	0.2(0.0)
Proline	50.6(11.7)	41.0(7.6)	71.1(9.4)	48.6(11.5)	61.0(11.3)
Glycine	21.8(5.0)	16.8(3.1)	20.7(2.8)	7.1(2.0)	9.7(1.6)
Alanine	28.6(6.6)	31.7(5.8)	32.7(4.3)	16.5(4.0)	22.4(3.8)
Valine	23.0(5.3)	27.5(5.1)	27.1(3.6)	17.5(4.1)	23.4(4.0)
Cysteine	1.4(0.3)	1.3(0.3)	4.1(0.6)	4.2(1.1)	5.9(1.0)
Methionine	11.8(2.7)	13.2(2.4)	12.2(1.6)	4.7(1.1)	6.6(1.1)
Cystathionine-1	1.9(0.4)	1.6(0.3)	3.2(0.4)	1.7(0.4)	2.5(0.4)
Isoleucine	16.6(3.8)	20.1(3.7)	19.3(2.6)	9.0(2.1)	12.3(2.1)
Leucine	21.2(4.9)	28.9(5.3)	25.7(3.4)	13.3(3.2)	18.5(3.1)
Tyrosine	2.3(0.5)	12.0(2.2)	20.2(2.7)	9.5(2.3)	13.1(2.2)
β-Alanine	1.8(0.4)	--	1.5(0.2)	--	--
Phenylalanine	17.0(3.9)	20.5(3.8)	20.3(2.7)	12.3(3.0)	17.5(3.0)
γ-Aminobutyric acid	7.3(1.7)	5.2(1.0)	5.8(0.8)	23.7(5.6)	30.9(5.2)
Ethanolamine	2.6(0.6)	3.4(0.6)	4.6(0.6)	2.8(0.7)	3.7(0.6)
Hydroxylysine	1.8(0.4)	2.8(0.5)	0.3(0.0)	--	0.2(0.0)
Ornithine	3.2(0.8)	10.0(1.9)	1.9(0.3)	0.6(0.2)	0.9(0.2)
Lysine	9.7(2.3)	45.2(8.3)	41.5(5.5)	19.2(4.6)	27.0(4.6)
1-Methylhistidine	0.4(0.1)	0.6(0.1)	1.6(0.2)	0.8(0.2)	1.3(0.2)
Histidine	24.6(5.7)	12.5(2.3)	17.7(2.3)	6.7(1.6)	9.9(1.7)
3-Methylhistidine	5.2(1.2)	3.4(0.6)	7.8(1.0)	2.1(0.5)	3.2(0.6)
Anserine	2.4(0.6)	0.8(0.1)	3.2(0.4)	--	--
Carnosine	0.6(0.1)	0.7(0.1)	2.3(0.3)	--	--
Arginine	2.0(0.5)	26.8(5.0)	70.8(9.4)	64.1(15.2)	94.4(16.0)
Total	430.2(100.0)	542.3(100.0)	754.9(100.0)	418.3(100.0)	585.2(100.0)

<sup>1</sup>The data were quoted from Heu et al. (2013).

<sup>2</sup>4D: sea squirt sikhae fermented for 4 days, 5D: sea squirt sikhae fermented for 5 days, TY: commercial seasoned-sea squirt purchased in Tongyeong, UL: commercial seasoned-sea squirt purchased in Uljin, SO: commercial seasoned-sea squirt purchased in Sokcho

<sup>3-</sup>: Not detected.

Table 4. Taste value of commercial seasoned-products and sikhaes from sea squirt *Halocynthia roretzi*

Amino acid	Taste threshold (mg/100 g)	Commercial seasoned-sea squirt <sup>1</sup>			Sikhae <sup>2</sup>	
		TY	UL	SO	4D	5D
Aspartic acid	3	4.0	5.3	6.6	4.0	5.5
Threonine	260	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1
Serine	150	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Glutamic acid	5	12.0	9.5	32.4	3.6	5.3
Proline	300	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2
Glycine	130	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1
Alanine	60	0.5	0.5	0.5	0.3	0.4
Valine	140	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2
Methionine	30	0.4	0.4	0.4	0.2	0.2
Isoleucine	90	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1
Leucine	190	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1
Phenylalanine	90	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2
Lysine	50	0.2	0.9	0.8	0.4	0.5
Histidine	20	1.2	0.6	0.8	0.3	0.5
Arginine	50	-	0.5	1.4	1.3	1.9
Total	-	19.6	18.9	44.2	10.9	15.4

<sup>1</sup>The data were quoted from Heu et al. (2013).

<sup>2</sup>4D: sea squirt sikhae fermented for 4 days, 5D: sea squirt sikhae fermented for 5 days, TY: commercial seasoned-sea squirt purchased in Tongyeong, UL: commercial seasoned-sea squirt purchased in Uljin, SO: commercial seasoned-sea squirt purchased in Sokcho

에 비하여 낮았는데, 이는 가공 방법 이외에도 첨가한 부원료의 종류, MSG의 첨가 유무, 젖산균의 glutamic acid를 기질로 한 GABA 생성 활성 등에 의한 영향이라 판단되었다.

Taste value로 살펴본 맛에 관여하는 주요 유리아미노산으로는 명게 식해의 경우 숙성 4일과 5일이 모두 aspartic acid (4.0 및 5.5), glutamic acid (각각 3.6 및 5.3) 및 arginine (각각 1.3 및 1.9) 등으로 차이가 없었으나, 조미 명게와는 차이가 있었다. Cha et al. (2002)도 명태 식해의 숙성 중 맛의 강도를 taste value로 살펴 본 결과 주된 맛은 glutamic acid와 aspartic acid가 관여한다고 보고한 바 있다. 따라서, 질소원 유래 식해의 맛은 주로 glutamic acid와 aspartic acid에 의하여 결정되는 것으로 판단된다.

### 영양 특성

숙성 기간이 다른 명게 식해 2종(4일 및 5일)의 일반 성분 함량은 조단백질이 각각 6.4 및 6.9%, 조회분이 각각 1.0 및 1.6%로 함유되어 있어(Kim et al., 2013), 이들을 구성하는 총아미노산과 무기질들이 영양적으로 의미가 있을 것으로 판단된다. 이러한 일면에서 명게 식해의 영양 특성을 살펴 볼 목적으로 4일과 5일 동안 숙성한 명게 식해의 총 아미노산을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 명게 식해의 아미노산 총 함량은 숙성 기간 4일인 제품이 5.5 g/100 g, 5일인 제품이 6.0 g/100 g으로 조미 명게

의 6.0-7.6 g/100 g 범위에 비하여 유사하거나 낮았다. 이와 같이 명게 식해의 아미노산 총함량이 조미 명게의 그것에 비하여 낮은 것은 이들을 제조 시에 첨가한 명게, 액젓 및 MSG 등과 같은 단백질원의 비율에서 차이가 있었기 때문이라 판단되었다(Kim et al., 2013).

명게 식해의 단백질을 구성하는 아미노산 중 주요 아미노산(전체 아미노산의 10% 이상)은 숙성 기일에 관계없이 aspartic acid (각각 570.0 mg/100 g 및 10.3%, 645.0 mg/100 g 및 10.7%)와 glutamic acid (각각 882.6 mg/100 g 및 15.9%, 901.0 mg/100 g 및 15.0%)이었고, 이들은 조미 명게 3종의 주요 유리아미노산과 종류에 있어서는 차이가 없었으나, 구성에 있어서는 유사하거나 차이가 있었다.

한편, 명게 식해 2종의 tryptophan을 제외한 9종 필수아미노산(threonine, valine, leucine, isoleucine, lysine, methionine, phenylalanine, histidine 및 arginine)의 함량 및 조성은 4일 동안 숙성한 것이 2.40 g/100 g (44.9%), 5일 동안 숙성한 것이 2.80 g/100 g (46.6%)으로 조미 명게 3종의 이들의 함량과 조성인 각각 2.7-3.7 g/100 g 및 43.3-48.2%에 비하여는 약간 낮거나 이들의 범위에 있었다. 그러나, 신세대들이 즐겨먹는 대표적인 수산 가공품인 연어 패티(8.88 g/100 g 및 52.9%) (Kim et al., 2009) 및 참치 패티(6.32 g/100 g 및 56.1%) (Kim et al., 2009)와 같은 기타 수산가공품들의 필수아미노산 함량 및 조성에 비

Table 5. Total amino acid (TAA) content of commercial seasoned-products and sikhhaes from sea squirt *Halocynthia roretzi*

(mg/100 g)

Amino acid	Commercial seasoned-sea squirt <sup>1</sup>			Sikhhae <sup>2</sup>	
	TY	UL	SO	4D	5D
Asp	871.9(11.8)	835.0(11.0)	634.6(10.6)	570.3(10.3)	645.0(10.7)
Thr	376.5(5.1)	395.7(5.2)	290.5(4.8)	229.8(4.1)	268.4(4.5)
Ser	373.9(5.1)	390.1(5.1)	275.2(4.6)	325.7(5.9)	355.1(5.9)
Glu	1151.2(15.6)	1263.5(16.6)	1206.3(20.2)	882.6(15.9)	901.0(15.0)
Pro	394.7(5.4)	390.0(5.1)	490.3(8.2)	486.4(8.8)	541.6(9.0)
Gly	454.4(6.2)	472.3(6.2)	349.6(5.8)	264.1(4.8)	233.7(3.9)
Ala	393.8(5.3)	392.5(5.2)	278.5(4.7)	330.6(6.0)	320.8(5.3)
Cys	58.3(0.8)	66.7(0.9)	35.1(0.6)	67.2(1.2)	57.9(1.0)
Val	453.0(6.1)	445.8(5.9)	318.1(5.3)	286.5(5.2)	301.5(5.0)
Met	199.0(2.7)	219.5(2.9)	125.7(2.1)	128.2(2.3)	135.8(2.3)
Ile	411.5(5.6)	413.9(5.5)	255.4(4.3)	243.9(4.4)	262.6(4.4)
Leu	579.1(7.9)	580.2(7.6)	397.9(6.6)	416.7(7.5)	420.0(7.0)
Tyr	115.3(1.6)	147.2(1.9)	117.1(2.0)	121.9(2.2)	157.1(2.6)
Phe	380.6(5.2)	395.7(5.2)	272.7(4.6)	278.1(5.0)	317.3(5.3)
His	197.5(2.7)	218.2(2.9)	147.1(2.5)	128.9(2.3)	134.8(2.2)
Lys	600.5(8.1)	498.5(6.6)	412.2(6.9)	363.0(6.5)	484.0(8.0)
Arg	354.5(4.8)	467.3(6.2)	368.0(6.2)	420.7(7.6)	473.8(7.9)
Total	7,365.7(100.0)	7,592.1(100.0)	5,974.3(100.0)	5,544.6(100.0)	6,010.4(100.0)

<sup>1</sup>The data were quoted from Heu et al. (2013).

<sup>2</sup>4D: sea squirt sikhhae fermented for 4 days, 5D: sea squirt sikhhae fermented for 5 days, TY: commercial seasoned-sea squirt purchased in Tongyeong, UL: commercial seasoned-sea squirt purchased in Uljin, SO: commercial seasoned-sea squirt purchased in Sokcho

Table 6. Mineral content of commercial seasoned-products and sikhhaes from sea squirt *Halocynthia roretzi*

Sample code	Mineral content (mg/100 g)					
	Ca	P	K	Mg	Fe	
Commercial seasoned-sea squirt <sup>1</sup>	TY	25.2±0.3	72.0±0.8	148.4±2.0	35.9±0.4	4.5±0.0
	UL	26.8±0.2	74.9±0.4	135.8±1.3	51.5±0.3	3.7±0.0
	SO	29.3±0.5	84.9±1.3	252.2±3.9	81.6±1.2	1.6±0.0
Sikhhae <sup>2</sup>	4D	27.2±0.4	72.2±1.0	389.6±2.4	67.7±0.8	1.1±0.1
	5D	28.7±0.4	77.8±1.0	411.5±3.3	68.3±1.0	0.8±0.1

<sup>1</sup>The data were quoted from Heu et al. (2013).

<sup>2</sup>4D: sea squirt sikhhae fermented for 4 days, 5D: sea squirt sikhhae fermented for 5 days, TY: commercial seasoned-sea squirt purchased in Tongyeong, UL: commercial seasoned-sea squirt purchased in Uljin, SO: commercial seasoned-sea squirt purchased in Sokcho

하여는 낮았다.

무기질은 바다에서 서식하는 수산물에 다양한 종류와 높은 함량이 함유되어 있는 것으로 알려져 있다(Mok et al., 2008). 이러한 일면에서 숙성 기간이 다른 멍게 식해 2종(4일 및 5일)의 칼슘, 인, 칼륨, 마그네슘 및 철의 함량을 살펴본 결과는 Table 6 과 같다. 숙성 기간을 4일과 5일로 달리한 멍게 식해들의 무기

질 함량은 칼슘의 경우 각각 27.2 및 28.7 mg/100 g, 인의 경우 각각 72.2 및 77.8 mg/100 g, 칼륨의 경우 각각 389.6 및 411.5 mg/100 g, 마그네슘의 경우 각각 67.7 및 68.3 mg/100 g, 철의 경우 각각 1.1 및 0.8 mg/100 g으로, 숙성 기간에 따른 차이는 크게 인정되지 않았다. 한편, 멍게 식해의 무기질 함량은 조미 멍게의 그것(칼슘 함량의 경우 25.2-29.3 mg/100 g 범위, 인 함

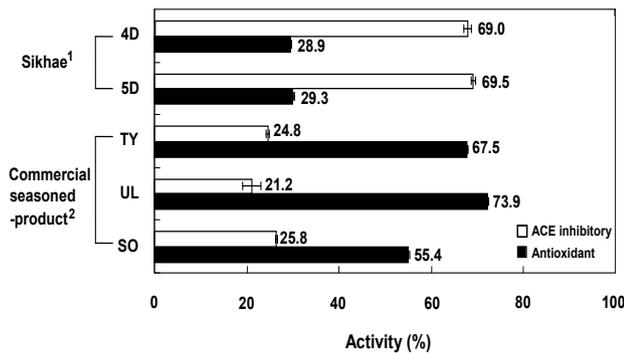


Fig. 1. Angiotensin-I converting enzyme (ACE) inhibitory activity and 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity of sikhaes and commercial seasoned products from sea squirt *Halocynthia roretzi*.

<sup>1</sup>4D: sea squirt sikhae fermented for 4 days, 5D: sea squirt sikhae fermented for 5 days, TY: commercial seasoned sea squirt purchased in Tongyeong, UL: commercial seasoned sea squirt purchased in Uljin, SO: commercial seasoned sea squirt purchased in Sokcho

<sup>2</sup>The data were quoted from Heu et al. (2013).

량의 경우 72.0-84.9 mg/100 g 범위, 칼륨 함량의 경우 135.8-252.2 mg/100 g 범위, 마그네슘 함량의 경우 35.9-81.6 mg/100 g 범위 및 철 함량의 경우 1.6-4.5 mg/100 g 범위에 비하여 칼슘, 인 및 마그네슘 함량의 경우 이들 범위에 있었고, 칼륨 함량의 경우 크게 높았으며, 철의 경우 다소 낮았다. 이와 같은 명계 식해와 조미 명계 간에 무기질 함량의 차이는 원료 배합비의 차이 때문이라 판단되었다. 한국인 영양섭취기준(The Korean Nutrition Society, 2010)에 따르면 위의 무기질에 대한 19-29세 남자의 일일 섭취 권장량을 다량 무기질인 칼슘의 경우 750 mg, 인의 경우 700 mg, 칼륨 3.5 g, 마그네슘의 경우 340 mg, 미량 무기질인 철의 경우 모두 10 mg으로 제시하였다. 이러한 일면에서 시제 명계 식해 100 g을 섭취하였을 때 일일 섭취 권장량에 대하여 칼슘은 각각 3.6과 3.8%, 인은 각각 10.3과 11.1%, 칼륨은 각각 11.1과 11.8%, 마그네슘은 19.9와 11.3%, 철은 11.0과 8.0%에 해당하였다. 따라서 명계 식해 100 g을 섭취하였을 때 건강 기능 효과를 기대할 수 있는 무기질(일일 섭취 권장량의 10% 이상에 해당하는 무기질)은 인, 칼륨, 마그네슘 및 철로 판단되었다.

### 생리 활성 특성

숙성 기간이 다른 명계 식해 2종의 생리 활성을 살펴볼 목적으로 이의 angiotensin-I converting enzyme (ACE) 저해 활성 및 항산화 활성을 살펴본 결과는 Fig. 1과 같다. 본태성 고혈압은 현대 성인병의 대표적인 질환인 고혈압의 대부분을 차지하고 있는 것으로, rennin-angiotensin계가 혈압 조절에 매우 중요한 역할을 한다. 즉, angiotensin이 rennin의 특이적 분해를 받

아서 angiotensin-I 을 생성하는데, 이는 다시 angiotensin 전환 효소 (ACE)에 의하여 혈관 수축 작용을 하는 angiotensin-II 를 생성한다. ACE는 또한, 혈관 이완 작용을 가진 bradykinin을 분해하여 불활성화시킴으로써 결과적으로 혈압을 상승하는 역할을 한다(Lim et al., 2008). 이와 같이 혈압 상승에 ACE가 크게 관여하므로 혈압 강하를 위하여는 필연적으로 ACE의 활성을 저해시켜야 하는데, 이의 활성 저해 방법으로는 단기간에 의하여 효과를 기대할 수 있는 captopril (2-mercaptopropanoyl-L-proline)과 같은 화학 약품성 ACE 저해제의 섭취(Lim et al., 2008), 중기간에 효과를 기대하는 천연 가수분해물과 같은 건강기능성 식품의 섭취(Matsumura et al., 1993), 장기간에 효과를 기대할 수 있는 젓산균 등의 작용에 의한 건강 식품의 섭취(Cha et al., 2002) 등이 있다. 숙성 기간이 다른 명계 식해 2종, 즉 4일간 숙성한 식해와 5일간 숙성한 식해 추출물들의 ACE 저해 활성은 각각 69.0 및 69.5%를 나타내어 의미가 있는 수준이었으나, 숙성 기간의 차이에 따른 이들 활성의 경우 차이가 인정되지 않았다. 그러나, 명계 식해 추출물의 ACE 저해 활성은 조미 명계 3종의 21.2-25.8% 범위에 비하여 훨씬 높아 의미가 있었다.

생물체는 산화 촉진 물질과 산화 억제 물질이 균형을 이루고 있으나 여러 가지 스트레스 요인들이 가하여지는 경우 산화 촉진 방향으로 균형이 기울어져 세포 손상이나 여러 가지 질환을 일으키게 된다. 이러한 산화적 스트레스의 주원인인 활성 산소 종은 호흡을 하는 대부분의 생물에서 필수적으로 생성되는 부산물이다(Moon et al., 2007). 활성 산소 중에서 유래되는 free radical은 비공유 전자를 가지고 있기 때문에 불안정하면서 반응력이 높아 생체 물질과 용이하게 반응을 하고 끊임없이 체내 고분자 물질을 공격하여 세포와 조직에 손상을 초래하거나 돌연 변이, 세포 독성 및 발암 등을 초래하여 생체나 식품에 문제가 되고 있다(Ito et al., 1983). 이를 방지하기 위한 방법으로는 tocopherol 등과 같은 건강 기능성 식품이나 젓산균 및 이의 적용에 의하여 나타나는 항산화능이 인정되는 건강식품을 섭취하는 것이라 할 수 있다.

DPPH radical 소거 활성으로 살펴 본 항산화 활성은 숙성 기간이 다른 명계 식해 2종, 즉 4일간 숙성한 것과 5일간 숙성한 것의 경우 각각 28.9 및 29.3%를 나타내었고, 조미 명계 3종의 경우 55.4-73.9% 범위이었으며, ascorbic acid (20 mM)의 항산화 활성은 96.3%이었다. 따라서, 항산화 활성은 명계 식해의 경우 ascorbic acid는 물론이고 조미 명계의 항산화 활성보다 낮았으나, 그 기능을 무시할 정도는 아니었다. Choi et al. (2001b)은 마른 오징어 식해로부터 추출한 획분들의 DPPH radical 소거 활성은 물 획분과 메탄올 획분의 경우 인정되지 않았으나 ethylacetate 획분과 butanol 획분의 경우 인정되었다고 보고하였고, Yook et al. (1990)은 식해의 항산화 활성은 고추의 매운맛 성분인 capsaicin에 의한다고 보고한 바 있고, Cha et al. (2002)은 명태 식해의 항산화 활성은 원료어의 분해에 의하여 생성되

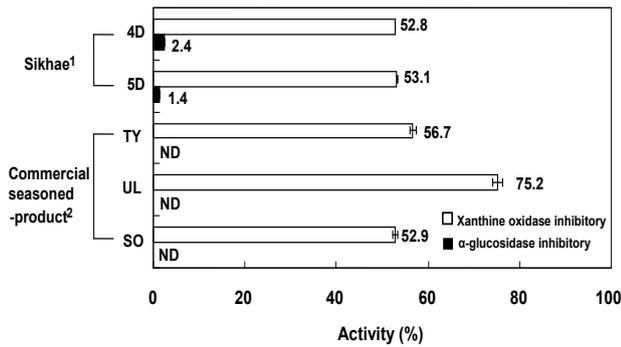


Fig. 2. Xanthine oxidase inhibitory activity and α-glucosidase inhibitory activity of sikhhaes and commercial seasoned products from sea squirt *Halocynthia roretzi*.

<sup>1</sup>4D: sea squirt sikhhae fermented for 4 days, 5D: sea squirt sikhhae fermented for 5 days, TY: commercial seasoned sea squirt purchased in Tongyeong, UL: commercial seasoned sea squirt purchased in Uljin, SO: commercial seasoned sea squirt purchased in Sokcho

<sup>2</sup>ND : Not detected.

<sup>3</sup>The data were quoted from Heu et al. (2013).

는 peptide들과 부원료로 사용한 마늘, 고춧가루, 생강들에 의한다고 보고한 바 있다

숙성 기간이 다른 명계 식해 2종의 향통풍 활성 및 항당뇨 활성을 살펴본 결과는 Fig. 2와 같다. 통풍은 일반적으로 퓨린대사계에서 xanthine oxidase에 의하여 xanthine에서 생성되는 요산(uric acid)의 관절낭 축적에 기인되는 것으로 알려져 있으며, 최근 통풍 발병률이 크게 증가하고 있는 추세이어서(Zanabaatar et al., 2010), 이를 억제할 수 있는 저해제, 건강 기능성 식품 및 건강 식품의 개발이 절실하다. 향통풍 활성은 숙성 기간이 다른 명계 식해 2종, 즉 4일간 숙성한 것과 5일간 숙성한 것의 경우 각각 52.8 및 53.1%를 나타내어, 조미 명계 3종의 52.9-75.2% 범위에 비하여 낮은 범위에서 유사하였다. 이상의 향통풍 활성 결과로 미루어 보아 명계 식해는 향통풍 활성이 인정되었고, 그 정도는 숙성 기간에 따른 차이는 인지되지 않았다.

당뇨병은 고혈당 상태가 오랜 시간 지속됨에 따라 뇌중풍, 심근 경색, 협심증, 시신경 손상, 족부 궤양 등과 같은 만성 합병증이 발생하게 되는 대사성 질환으로서 환자들이 상당히 두려워하는 질환 중의 하나이다(Cha et al., 2010). 현재 우리나라에서도 총 인구의 약 10%가 이 질병을 앓고 있으며, 그 발병률이 급격히 증가한 추세이어서 국가적으로 이에 대한 대책이 심각한 수준이다(Choi et al., 2008). 이와 같은 당뇨병은 소장 점막의 brush border에 분포하고 있는 탄수화물계 exo type의 소화효소인 maltase, sucrase 및 glucoamylase 등과 같은 각종 α-glucosidase가 식후에 소화 흡수가 어려운 다당류를 소화 흡수가 용이한 이당류나 단당류로 분해하여 흡수를 용이하게 함으로서 혈당이 과다하게 상승하기 때문이다(Del et al., 2007).

Table 7. Antimicrobial activity of commercial seasoned-products and sikhhaes from sea squirt *Halocynthia roretzi*

Sample code	Inhibitory zone (mm)		
	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Escherichia coli</i>
Commercial seasoned-product <sup>1</sup>			
TY	- <sup>3</sup>	-	8.0±0.0
UL	-	-	8.0±0.0
SO	-	9.0±0.2	9.0±0.0
Sikhhae <sup>2</sup>			
4D	-	8.0±0.0	7.0±0.0
5D	8.0±0.0	8.0±0.0	7.0±0.0

<sup>1</sup>The data were quoted from Heu et al. (2013).

<sup>2</sup>4D: sea squirt sikhhae fermented for 4 days, 5D: sea squirt sikhhae fermented for 5 days, TY: commercial seasoned-sea squirt purchased in Tongyeong, UL: commercial seasoned-sea squirt purchased in Uljin, SO: commercial seasoned-sea squirt purchased in Sokcho

<sup>3</sup>-: Not detected

따라서, 당뇨병을 억제하는 방안 중의 하나가 소식(小食)을 하면서 적절히 운동을 하는 이외에 α-glucosidase의 활성을 저해하는 저해제의 직접적인 섭취 및 이 저해제가 함유되어 있는 건강식품의 꾸준한 섭취가 하나의 큰 대안이다. 하지만, 현재 당뇨병 예방 목적으로 개발되어 있는 acarbose 및 voglibose 등과 같은 α-glucosidase inhibitor가 임상에서 널리 이용되고 있으나, 이러한 약물들은 공통적으로 복부 팽만, 설사 등의 위장 장애와 같은 여러 가지 부작용을 야기하고 있다(Tsujimoto et al., 2008). 따라서, 당뇨병은 이들 저해제의 섭취에 의한 직접적인 억제보다 건강식품의 섭취에 의한 간접적인 억제가 여러 가지 건강상 좋으리라 판단된다.

숙성 기간이 다른 명계 식해 2종, 즉 4일간 숙성한 것과 5일간 숙성한 것의 항당뇨 활성은 각각 2.4 및 1.4%를 나타내어, 이의 효과의 경우 거의 기대되지 않았다.

한편, 조미 명계 3종의 항당뇨 활성은 인지되지 않았다. 일반적으로 식해는 김치와 같이 숙성과 더불어 젖산균의 농도가 높아지고 이로 인하여 항당뇨 효과도 기대되었으나, 본 명계 식해에 주로 관여하는 젖산균의 경우 항당뇨 활성이 기대되지 않는 종으로 판단되었다. 따라서, 명계 식해에 근년 성인병의 대표적인 지표인 당뇨와 같은 건강 기능성을 개선하고자 하는 경우 김치나 다른 식해로부터 이의 활성이 강한 젖산균을 활용하는 것도 하나의 방법으로 판단된다.

### 항균 활성

명계 식해의 *Vibrio parahaemolyticus*, *Staphylococcus aureus* 및 *Escherichia coli* 등에 대한 clear zone으로 살펴 본 항균 활성은 Table 7과 같다. 일반적으로 젖산균이 함유된 발효 유제품의 섭취가 동물의 소화관 내에 유해 세균의 증식을 억제한다

는 사실이 알려진 이래 *Lactobacillus* 관련 발효 식품이 건강 식품으로 부상하고 있다(Kang et al., 2001). 멧게 식해의 *Vibrio parahaemolyticus*, *Staphylococcus aureus* 및 *E. coli* 등에 대한 항균 활성은 숙성 기간이 4일인 경우 각각 none, 8.0 및 7.0 mm를 나타내었고, 5일인 경우 8.0, 8.0 및 7.0 mm를 나타내었다. 따라서, 멧게 식해는 항균 활성이 인정되나 그다지 크게 기대되는 수준은 아니었다. 일반적으로 멧게는 항균성이 있는 것으로 알려져 있으나(Azumi et al., 1990), 본 실험에서 제조한 멧게 식해의 경우 항균성이 그다지 크게 나타나지 않았다. 이와 같은 결과는 멧게 식해의 제조를 위하여 첨가되는 멧게량이 적을 뿐만이 아니라 발효 공정 중 항균성분에 변화가 있었기 때문이라 추정되었으나, 이에 대한 원인 규명은 추후 더 검토되어야 하리라 판단되었다. 조미 멧게 3종의 항균 활성은 *Vibrio parahaemolyticus*에 대하여 인정되지 않았고, *Staphylococcus aureus*에 대하여 TY와 UL의 경우 인정되지 않았고, SO의 경우 9.0 mm로 인정되었으며, *E. coli*에 대하여 8.0-9.0 mm로 나타났다. Cha et al. (2002)은 멧게 식해 methanol 추출물(100 mg/100 g)을 그람 양성균 4종(*Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*), 그람 음성균 3종(*Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* 및 *Enterobacter aerogenes*) 및 곰팡이 2종(*Aspergillus flavus* 및 *Aspergillus niger*)에 적용한 결과 전 균주에 대하여 clear zone이 8-12 mm로 나타났다고 보고한 바 있다.

이상의 결과로 미루어 보아 멧게 식해의 총아미노산 중 필수 아미노산은 약 절반을 차지하였고, 무기질은 인, 마그네슘, 칼륨 및 철의 보급원으로 기대되며, 생리활성은 ACE 저해 활성, 항통풍 활성 및 항균 활성은 다소 기대되었으나, 이들 영양 및 생리활성의 경우 숙성 기간에 따른 차이는 인정되지 않았다.

## 사 사

본 연구는 국립수산물품질관리원(수출패류 생산해역 및 위생조사)과 (주) 멧게전락식품사업단의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

## References

- Agriculture Forestry Fisheries Information Service. 2012. Fisheries information service. Retried from <http://www.fips.go.kr> on October 15.
- Azumi K, Yokosawa H and Ishiis Y. 1990. Halocyanins: novel antimicrobial tetrapeptide-like substances isolated from the hemocytes of the solitary ascidian *Halocynthia roretzi*. *Biochemistry* 29, 159-165.
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by use a stable free radical. *Nature* 26, 1198-1204.
- Cha SD, Kim TW and Lee DH. 2010. Isolation and identification of *Lactobacillus plantarum* CIB001 with bile salt deconjugation activity from kimchi. *Korean J Microbiol Biotechnol* 38, 222-262.
- Cha YJ, Lee CE, Jeong EK, Kim H and Lee JS. 2002. Physiological functionalities of traditional *Alaska pollack sik-hae*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31, 559-565.
- Choi BD, Kang SJ and Lee KH. 1996. Chemical specificity of ascidian tunic and its hydrolysates. *J Korean Fish Soc* 29, 345-356.
- Choi BD, Kang SJ, Choi YJ, Youm MG and Lee KH. 1994. Carotenoid composition of ascidian tunic. *J Korean Fish Soc* 27, 344-350.
- Choi C, Lee HD and Choi HJ. 2001a. A study on quality characteristics and establishment of fermentation process for traditional *Kyungsangdo* squid *sikhae*. *Korean J Dietary Culture* 16, 118-127.
- Choi C, Lee HD, Choi HJ, Son JH, Kim S, Son GM and Cha WS. 2001b. Functional and volatile flavour compounds in traditional *Kyungsangdo* squid *sikhae*. *Korean J Food Sci Technol* 33, 345-352.
- Choi HJ, Kang JS, Choi YW, Jeong YK and Joo WH. 2008. Inhibitory activity on the diabetes related enzymes of *Trigonotis tetragonioides*. *Kor J Biotechnol Bioeng* 23, 419-424.
- Del Prato S, Bianchi C and Marchetti P. 2007. Beta-cell function and anti-diabetic pharmacotherapy. *Diabetes Metab Res Rev* 23, 518-527. <http://dx.doi.org/10.1002/dmrr.770>.
- Heu MS, KiM JH, Kim MJ, Lee JS, Kim KH, Kim HJ and Kim JS. 2013. Taste, nutrition and functional characterizations of commercial seasoned sea squirt *Halocynthia roretzi*. *Kor J Fish Aquat Sci* 46, 18-26. <http://dx.doi.org/kfas.2013.0018>.
- Horiuchi M, Fujimura KI, Terashima T and Iso T. 1982. Method for determination of angiotensin converting enzyme activity in blood and tissue by high-performance liquid chromatography. *J Chromatogr* 233, 123-130.
- Ito N, Fukushima S and Hasebawa A. 1983. Carcinogenicity of BHA in F344 rats. *J Natl Cancer Inst* 70, 343-352.
- Jung HS, Lee SH and Woo KL. 1992. Effect of salting levels on the changes of taste constituents of domestic fermented flounder *sikhae* of *Hamkyeng-do*. *Korea J Food Sci Technol* 24, 59-64.
- Kang DG, Kang SP, Chang DH, Kim SH and Yoon SS. 2001. Isolation and characterization of *Lactobacillus* strains isolated from Korean feces. *Korean J Food Sci Technol* 33, 567-573.
- Kato H, Rhue MR and Nishimura T. 1989. Role of free amino acids and peptides in food taste. In *Flavor Chemistry: Trends and developments*. American Chemical Society, Washington, DC., U.S.A., 158-174.
- Kim HJ, Yoon MS, Park KH, Shin JH, Heu MS and Kim JS. 2009. Preparation and food quality characterization of salmon patties. *Korean J Food Preserv* 16, 705-713.
- Kim JH, Kim MJ, Lee JS, Kim KH, Kim HJ, Heu MS and Kim JS. 2013. Development and characterization of sea squirt

- Halocynthia roretzi* sikhae. Kor J Fish Aquat Sci 46, 27-36. <http://dx.doi.org/kfas.2013.0027>.
- Kim SI, Kim IC and Chang HC. 1999. Isolation and identification of antimicrobial agent producing microorganisms and sensitive strain from soil. J Kor Soc Food Sci Nutr 28, 526-533.
- Kim SM, Bank OD and Lee KT. 1994a. The development of squid (*Todarodes pacificus*) *sik-hae* in *Kang-nung* district. 3. The effects of garlic concentrations on the properties of *sik-hae*. Kor Fish Soc 27, 357-365.
- Kim SM, Bank OD and Lee KT. 1994b. The development of squid (*Todarodes pacificus*) *sik-hae* in *Kang-nung* district. 4. The effects of red pepper and grain contents on the properties of squid *sik-hae*. Kor Fish Soc 27, 366-372.
- Kim SM, Cho YJ and Lee KT. 1994c. The development of squid (*Todarodes pacificus*) *sik-hae* in *Kang-nung* district. 2. The effects of fermentation temperatures and periods on chemical and microbial changes and the partial purification of protease. Kor Fish Soc 27, 223-231.
- Kim SM, Jeong IH and Cho YJ. 1994d. The development of squid (*Todarodes pacificus*) *sik-hae* in *Kang-nung* district. 1. The effects of fermentation temperatures and periods on the properties of squid *sik-hae*. Kor Fish Soc 27, 215-222.
- Kim YS, Oh SH and Kim SD. 2008. Effect of preparation method and fermentation conditions on microbiological characteristics of *sikhae*. Korea J Food Preserv 15, 909-914.
- Koo JG, Yoo JH, Park KS and Kim SY. 2009. Biochemical and microbiological changes of hard clam *shikhae* during fermentation. Kor J Fish Aquat Sci 42, 569-573.
- Lee BJ. 2011. Effect of GABA-enriched fermented sea tangle, *Laminaria japonica*, on the alcoholic hepatotoxicity. MS thesis. Gyeongsang National University, Tongyeong, Korea.
- Lee HD, Choi HJ, Kim S, Seung TS and Chong C. 2001. Identification of lactic acid bacteria and changes of organic acid during aging of traditional *Kyungsangdo* squid *sikhe*. J Korean Soc Agric Chem Biotechnol 44, 167-172.
- Lee JS, Kim MJ, Lee JS, Kim JH, Kim KH, Kim HJ, Heu MS and Kim JS. 2013. Food quality of commercial seasoned sea squirt *Halocynthia roretzi*. Kor J Fish Aquat Sci 45, 10-17. <http://dx.doi.org/kfas.2013.0010>.
- Lee KH, Cho HS, Lee DH, Kim MG, Cho YJ, Suh JS and Kim DS. 1993a. Processing and quality evaluation of fermented ascidian. Korean J Food Sci Technol 26, 330-339.
- Lee KH, Hong BI, Jung BC, Cho HS, Lee DH and Jung WJ. 1994. Processing of dried products of ascidian, *Halocynthia roretzi*. J Korean Soc Food Nutr 23, 625-633.
- Lee KH, Park CS, Hong BI and Jung WJ. 1993b. Chemical composition of ascidian and its seasonal and regional variation. Korean J Food Sci Technol 26, 8-12.
- Lim SD, Kim KS and Do JR. 2008. Physiological characteristics and ACE inhibitory activity of *Lactobacillus zeae* RMK354 isolated from raw milk. Korean J Food Sci Ani Resour 28, 587-595.
- Matsumura N, Fujii M, Takeda Y and Shimidzu T. 1993. Isolation and characterization of angiotensin-I converting enzyme inhibitory peptides derived from bonito bowels. Biosci Biotech Biochem 57, 922-925.
- Mok JS, Lee DS and Yoon HD. 2008. Mineral content and nutritional evaluation of fishes from the Korean coast. J Kor Fish Soc 41, 315-323.
- Moon YG, Yeo YG and Heu MS. 2007. Growth and antioxidant activity on lactic acid bacteria and antimicrobial activity on fish pathogenic bacteria by *Prunella vulgaris var aleutica Fernald* extracts. J Life Sci 17, 1547-1554.
- Stripe F and Corte ED. 1969. The regulation of rat liver xanthine oxidase. J Biol Chem 244, 3855-3859.
- The Korean Nutrition Society. 2010. Dietary Reference Intakes For Koreans. The Korean Nutrition Society, Seoul, Korea. 6-7.
- Tsujimoto T, Shioyama E, Moriya K, Kawaratani H, Shirai Y, Toyohara M, Mitoro A, Yamao J, Fujii H and Fukui H. 2008. Pneumatosis cystoides intestinalis following alpha-glucosidase inhibitor treatment: a case report and review of the literature. World J Gastroenterol 14, 6087-6092. <http://dx.doi.org/10.3748/wjg.14.6087>.
- Tsutagawa Y, Hosogai Y and Kawai H. 1994. Comparison of mineral and phosphorus contents of muscle and bone in the wild and cultured horse mackerel. J Food Hyg Soc Japan 34, 315-318.
- Watanabe J, Kawabata J, Kurihara H and Niki R. 1997. Isolation and identification of alpha-glucosidase inhibitors from tochu-cha (*Eucommia ulmoides*). Biosci Biotechnol Biochem 61, 177-178.
- Yook C, Whang YH, Pek UH and Park KW. 1990. Preparation of sikhae with starch hydrolyzing enzymes/meat mixture in tea-bag. Korean J Food Sci Technol 22, 296-299.
- Zanabaatar B, Song JH, Seo GS, Noh HJ, Yoo YB and Lee JS. 2010. Screening of anti-gout xanthine oxidase inhibitor from mushrooms. Kor J Mycol 38, 85-87.