

## 시판 식해의 관능적 특성

강상인 · 최유리<sup>1</sup> · 박선영<sup>1</sup> · 박시형<sup>1</sup> · 김진수<sup>1,2\*</sup>

신라대학교 수산물종합연구센터, <sup>1</sup>경상국립대학교 해양식품공학과/해양산업연구소, <sup>2</sup>경상국립대학교 수산식품산업화 기술지원센터

## Sensory Characteristics of Commercial *Sik-haes*

Sang In Kang, Yu Ri Choe<sup>1</sup>, Sun Young Park<sup>1</sup>, Si Hyeong Park<sup>1</sup> and Jin-Soo Kim<sup>1,2\*</sup>

Seafood Research Center, Silla University, Busan 49277, Republic of Korea

<sup>1</sup>Department of Seafood Science and Technology/Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Republic of Korea

<sup>2</sup>Research Center for Industrial Development of Seafood, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Republic of Korea

*Sik-hae* is a traditional and well-liked salt-fermented seafood with a low salt concentration in Korea. However, it is challenging to find data on market degradation. This study was conducted to investigate sensual characteristics, such as taste, odor and color, of 10 types of commercial *Sik-haes* [flounder (5 type), Alaska pollock (2 type), black edged sculpin, anchovy, and sandfish] as basic data for developing new products. The salinities of the commercial *Sik-haes* were significantly difference in the range of 3.0-6.7%. The pH and total acidity of 10 types of commercial *Sik-haes* were 4.45-5.24 and 0.84-1.46 g/100 g, respectively. The amino acid nitrogen and free amino acid contents, and total taste value were 72.0-333.0 mg/100 g, 425.6-1,726.4 mg/100 g and 17.0-115.9, respectively. According to the taste value, the major taste-related amino acids were aspartic acid and glutamic acid. Volatile basic nitrogen content and Hunter redness value of commercial *Sik-haes* were 24.5-80.9 mg/100 g and 10.9-28.5, respectively. However, food-grade additives, such as citric acid and monosodium, are occasionally used in commercial *Sik-haes* to achieve a lower pH or enhance flavor and aroma.

Keywords: *Sik-hae*, Salt-fermented seafood, Sensual characteristics, Commercial *Sik-hae*

## 서 론

일반적으로 수산식품을 개발하여 상품화하기 위해서는 품목 제조보고를 하여야하고, 이때 수산발효식품은 식품공전에서 제시하고 있는 식품 유형 중 젓갈류로 표기하여야 한다. 여기에서 젓갈류는 젓갈, 양념젓갈(식해 포함), 액젓 및 조미액젓으로 분류되어 있다(MFDS, 2023). 이들 수산발효식품 중 젓갈은 수산물에 25% 내외의 소금을 가하여 부패세균의 발육을 억제하면서, 효소에 의하여 단백질을 아미노산으로 분해시켜 맛 성분을 강화한 고형 제품이며, 이를 쉽게 활용하고, 최종 제품의 외형에 이질감이 가지 않도록 여과한 것이 액젓이다(Kim et al., 2023). 젓갈과 액젓은 모두 독특한 감칠맛을 가지고 있어 여러 가지 용도의 조미료뿐만 아니라 김치의 감칠맛 소재로도 많이 이용되고 있으나(Lee et al., 2001), 높은 염농도와 특유의 비

린내 등으로 신세대들이 선호하지 않는 식품 소재 중의 하나이다(Kang, 2023). 이에 반하여 식해는 곡식의 식(食)자와 어육으로 담근 젓갈 해(醃)자를 합쳐 표기한 것으로 지방에 따라 약간씩 차이가 있으나 일반적으로 수산물을 10% 정도의 소금으로 염지한 후 여기에 조밥, 엿기름, 고춧가루, 무 등의 부재료를 혼합하고, 젓산균 발효시켜 제조한 것이다. 이로 인하여 식해는 어패육이 염지 및 숙성 중에 적당히 분해되어 유기산 및 유리당의 함량이 높음과 동시에 발효된 부원료 성분이 여기에 침투하여 독특한 풍미를 가진다. 즉, 시판 식해는 젓갈과 액젓에 비하여 염도(3-7% 범위)가 낮으면서 젓산균에 의한 유기산 및 유리당의 함량이 높아 비린내가 개선되어 현대인의 기호에 맞는 제품으로 널리 알려져 있어, 경쟁력이 있는 수산가공식품 중의 하나이다(Kim and Kang, 2021). 한편, 우리나라 수산 전통발효식품의 하나인 식해에 관한 연구는 주로 원료(오징어, 명태, 가자

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

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



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2023.0494>

Korean J Fish Aquat Sci 56(4), 494-504, August 2023

Received 22 July 2023; Revised 15 August 2023; Accepted 21 August 2023

저자 직위: 강상인(선임연구원), 최유리(대학원생), 박선영(대학원생), 박시형(대학원생), 김진수(교수)

미, 복어, 참가자미, 우럭, 골뱅이 및 백합 등) 및 숙성 조건(온도 및 시간)을 달리한 다양한 식해의 개발(Kim et al., 1994a; Koo et al., 2009), 염농도에 따른 숙성 중 맛성분의 변화(Jung et al., 1992; Kim et al., 1994b), 식해의 향미와 기능성 성분 조사(Cha et al., 2002), 식해로부터 젖산균의 분리, 동정 및 특성(Choi et al., 2001; Lee et al., 2001) 등과 같이 많은 연구가 있다. 하지만, 여러 가지 수산물을 활용한 식해의 개발과 이를 산업화하기 위하여는 반드시 경쟁 제품으로 될 수 있는 시판 식해의 맛, 냄새 및 색과 같은 관능적 특성에 대한 기초 자료 구축이 필요하나, 이에 대한 자료는 찾아보기 어렵다.

본 연구에서는 여러 가지 식해 개발에 대한 품질 개선 및 신제품 개발 시 기초 자료 구축을 위한 일련의 연구로 시판 식해의 맛, 냄새 및 색과 같은 관능적 특성에 대하여 살펴보았다.

## 재료 및 방법

### 시판 식해

시판 식해 10종[가자미 식해 5종(F-1-F-5), 명태 식해 2종(AP-1, AP-2), 도루묵 식해 1종(BES), 멸치 식해 1종(A) 및 횡대 식해 1종(S)]은 전자상거래로 구입하여 사용하였으며, 이들에 대한 간략한 정보는 Table 1과 같다. 이때 시판 식해는 F-1, AP-1 및 BES의 경우 강원도 속초시 소재의 KAF에서, F-2, AP-2 및 A는 강원도 속초시 소재의 C에서, F-3은 강원도 속초시 소재의 LF에서 구입하여 검체로 사용하였다. 그리고, F-4 및 S는 경상북도 영덕군 소재의 HF에서, F-5는 강원도 삼척시 소재의 SFS에서 구입하여 검체로 사용하였다. 시판 식해의 원료 원산지는 명태를 제외한 4종의 어종[멸치(A), 횡대(S), 가자미(F) 및 도루묵(BES)]은 모두 국내산이었고, 명태(A)는 수입산

(러시아산)이었다. 이들 시판 식해 10종의 구입 가격은 7,900~17,000원 범위이었고, 판매 단위는 500 g이 9종(AP-1, AP-2, F-1, F-2, F-3, F-4, A, S, BES), 1,000 g이 1종(F-5)이었다.

### 맛 (pH, 적정산도, 염도, 아미노산 질소 및 유리아미노산)

pH, 적정산도 및 아미노산 질소 함량의 측정을 위한 시료는 식해 5 g에 탈이온수 20 mL를 가하고 균질화한 다음 정용(50 mL)하고, 여과하여 제조하였다. pH는 위에서 언급한 전처리 시료를 pH meter (Metrohm 691; Metrohm, Herisau, Switzerland)로 측정하여 나타내었고, 적정산도는 Beddows et al. (1979)의 방법에 따라 시료액 25 mL에 0.1 N NaOH를 가하여 pH 8.4가 될 때까지 적정한 다음 그 소비량 (mL)을 젖산으로 환산(환산계수 0.009)하여 나타내었다.

염도는 식품공전(MFDS, 2022)에서 언급한 회화법으로 실시하였다. 검체 적정량(식염 약 1 g을 함유하고 있는 시료량)을 수욕 상에서 증발 건조한 후 회화로(J-FM 2; Electric muffle furnace, Jisico Co., Gongju, Korea)에서 회화시켜 이를 물에 녹이고 다시 물을 가하여 500 mL로 정용 및 여과하여 제조하였다. 염도는 전처리한 검체 10 mL에 K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> 시액 2-3방울을 가하고 0.02 N AgNO<sub>3</sub> 용액으로 적정하여 산출하였다.

아미노산 질소 함량은 formol법(Park et al., 2006)에 따라 적정산도 측정이 종료된 시료에 증성 포르말린 용액 20 mL를 가하고, 여기에 0.1 N NaOH를 가하여 pH 8.4가 될 때까지 적정한 다음 그 소비량(mL)을 이용하여 산출하였다. 이때 환산 계수는 0.0014로 하였다.

유리아미노산 분석을 위한 전처리 시료는 식해의 내용물을 검체로 하여 다음과 같은 방법으로 조제하였다. 전처리 시료의 조제를 위하여 검체를 균질화하고, 여기에 20% (w/v) trichloroacetic acid (TCA) 30 mL를 가하여 균질화한 다음 정용(100 mL) 및 원심분리(1,000 g, 10 min)하였다. 전처리 시료는 원심분리물의 상층액 중 80 mL를 분액깔때기에 취하고, 동량의 ether를 사용하여 TCA 제거 공정을 4회 반복한 다음 이를 농축하고 lithium citrate buffer (pH 2.2)로 정용(25 mL)하여 제조하였다. 유리아미노산의 데이터는 전처리 시료의 일정량을 이용하여 아미노산 자동분석기(Biochrom 30 plus; Biochrom Ltd., Cambridge, England)로 분석하고, 동정 및 계산하여 얻었다.

Taste value는 식해의 맛에 대한 강도를 살펴보기 위하여 실시하는 항목으로, 식해의 유리아미노산 함량을 Kato et al. (1989)이 제시한 유리아미노산 taste threshold를 이용하여 Cha et al. (1999)과 같은 방법으로 계산하여 나타내었다.

### 휘발성염기질소

휘발성염기질소 함량은 Conway unit를 사용하는 미량확산법(Cobb et al., 2006)으로 측정하였다. 휘발성염기질소 함량의 측정을 위한 전처리 시료는 식해 내용물 10 g에 증류수를 약 30 mL를 가하여 균질기(System Polytron PT 1200A; KI-

Table 1. Sample code and brief specification of commercial *Sik-haets*

Raw fish		Manufactured goods			Code
Fish species	Origin	Location	Weight (g)	Price (won/bottle)	
Flounder	Domestic	Sokcho	500	12,000	F-1
			500	8,900	F-2
		Yeongdeok	500	11,900	F-3
			500	7,900	F-4
			1,000	17,000	F-5
Alaska pollock	Imported (Russia)	Sokcho	500	10,000	AP-1
			8,900		AP-2
Black edged sculpin	Domestic	Yeongdeok	500	10,000	BES
Anchovy	Domestic	Sokcho	500	8,900	A
Sandfish	Domestic	Sokcho	500	7,900	S

NEMATICA AG, Littau, Switzerland)로 1분간 균질화시킨 후 여과하여 제조하였다. 휘발성염기질소 함량은 Conway unit의 외실의 경우 왼쪽에 전처리 시료 용액 1 mL를, 오른쪽에 50% (w/v)  $K_2CO_3$  1 mL를, 내실의 경우 0.01 N  $H_2BO_3$  1mL와 지시약 500  $\mu$ L를 각각 가한 다음 글리세린을 바른 뚜껑으로 밀폐하고 조심스럽게 흔들어 준 다음 37°C에서 120분간 반응시켰고, 반응이 끝난 후 Conway unit 외실에 0.01 N  $H_2SO_4$  용액으로 적정하여 계산하였다.

### 헌터 색조

식해의 헌터 색조(적색도)는 식해 내용물을 food mixer (FM-700W; Hanil Electrics Co., Bucheon, Korea)로 5분간 마쇄한 다음 이를 부속 용기에 담아 헌터 직시색차계(ZE 2000; Nippon Denshoku Industries Co., Tokyo, Japan)로 측정하였다. 이때 헌터 색차계의 표준 백판은 L값이 96.85, a값이 -0.43 및 b값이 0.64이었다.

### 관능평가

관능평가는 맛, 향, 냄새에 잘 훈련된 20인의 panel member를 구성하여 실시하였다. 식해의 관능 평가는 식해의 색, 맛 및 냄새에 대하여 시판 가자미 식해 중 1종(F-1)을 기준점인 5점으로 하고, 이보다 우수한 경우 각각 6-9점으로, 이보다 열악한 경우 4-1점으로 하는 9단계 평점법으로 상대평가하여 평균값으로 나타내었다.

### 통계처리

본 실험에서 얻어진 데이터의 표준 편차 및 유의상 검정(5% 유의 수준)은 SPSS 통계 패키지(SPSS for window, release 10.0.1)에 의한 ANOVA test를 이용하여 분산분석한 후 Duncan의 다중위검정을 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 맛

시판 식해 10종의 맛 중 신맛은 pH 및 적정산도로, 짠맛은 염도도, 그리고 아미노산에 의한 맛은 아미노산 질소 함량과 유리 아미노산 함량으로 살펴보고자 하였다.

시판 식해 10종의 신맛의 강도를 측정할 pH와 적정산도는 Fig. 1과 같다. 시판 식해 10종의 pH는 4.45-5.24 범위의 산성 영역에 있었는데, 이는 발효 중 유리되는 수소 이온(free hydrogen ion), 유리아미노산 및 젖산균에 의하여 유래되는 유기산에 의한 영향이라 판단되었다(Lopetcharat et al., 2001; Tungkawachara et al., 2003; Kim et al., 2023). 이들 시판 식해 10종 간의 pH는 S가 4.45로 가장 낮았고, 다음으로 F-4 (4.46), AP-2 (4.47), F-5 (4.74), F-2 (4.76), AP-1 (4.85), F-3 (4.86), F-1 (4.88), BES (5.13) 및 A (5.24)의 순이었다. 이때 F-4와 S 간, F-4와 AP-2 간, F-3와 AP-1 간의 경우 유의적인 차이가 없

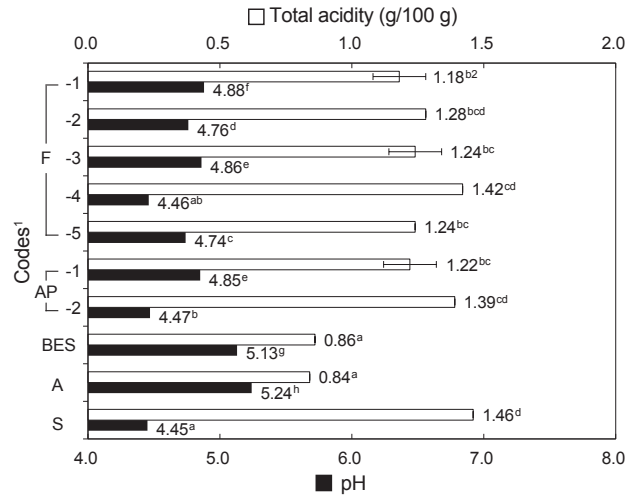


Fig. 1. pH and total acidity of commercial *Sik-haes*. <sup>1</sup>Codes [Flounder (F-1, -2, -3, -4 and -5), Alaska pollock (AP-1 and -2), Black edged sculpin (BES), Anchovy (A), and Sandfish (S)] are the same as explained in Table 1. <sup>2</sup>The different letters on the bar in the same item column indicate significant differences at  $P < 0.05$ .

었다( $P > 0.05$ ). 원료 어종별 식해의 pH는 시판 가자미 식해 5종(F-1-F-5)의 경우 4.46-4.88 범위이었고, 이들 간의 경우 유의적으로 F-4가 가장 낮았고, 다음으로 F-5 (4.74), F-2 (4.76), F-3 (4.86) 및 F-1 (4.88)의 순이었으며( $P < 0.05$ ), 시판 명태 식해 2종(AP-1 및 AP-2)의 경우 AP-1이 4.85로, AP-2의 4.47에 비하여 유의적으로 높았다( $P < 0.05$ ). 한편, Kim et al. (1994a)은 15°C에서 10일간 발효시킨 오징어 식해 pH의 경우 4.5 이하를, Choi et al. (2001)은 재현한 오징어 식해 5종의 pH의 경우 4.16-4.38 범위를, Koo et al. (2009)은 상온에서 7일간 발효시킨 후 4°C에서 38일간 발효시킨 것의 pH는 4.5 부근이었다고 보고한 바 있다.

시판 식해 100 g 당 적정산도는 전체 10종의 경우 0.84-1.46 g 범위이었고, A가 가장 낮았고, 다음으로 BES (0.86 g), F-1 (1.18 g), AP-1 (1.22 g), F-3와 F-5 (모두 1.24 g), F-2 (1.28 g), AP-2 (1.39 g), F-4 (1.42 g) 및 S (1.46 g)의 순이었으며, 이때 BES와 A 간, 가자미 식해 4종(F-1, F-2, F-3, F-5)과 AP-1 간, 가자미 식해 4종(F-2, F-3, F-4, F-5)과 명태 식해 2종(AP-1, AP-2) 간, 가자미 식해 2종(F-2, F-4), AP-2와 S 간의 경우 유의적 차이가 없었다( $P > 0.05$ ). 원료 어종별 시판 식해 100 g 당 가자미 식해 5종의 경우 1.18-1.42 g 범위이었고, 이들은 F-4가 가장 높았고, F-1이 가장 낮아, 이 2종 제품 간의 경우만 유의적인 차이가 있었으며( $P < 0.05$ ), 나머지 제품들과 이들 제품 간의 경우 유의적인 차이가 없었다( $P > 0.05$ ). 또한, 시판 명태 식해 100 g 당 2종 간의 적정산도는 AP-1이 1.22 g으로, AP-2의 1.39 g에 비하여 낮았으나 유의적인 차이가 없었다( $P > 0.05$ ). 한편, 식해 100 g 당 적정산도는 Kim et al. (1994a)의 경우 오징어를 할

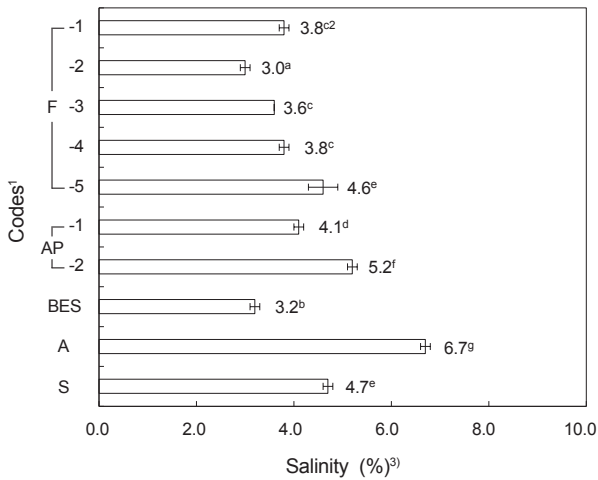


Fig. 2. Salinity of commercial *Sik-haes*<sup>1</sup>. <sup>1</sup>Codes [Flounder (F-1, -2, -3, -4 and -5), Alaska pollock (AP-1 and -2), Black edged sculpin (BES), Anchovy (A), and Sandfish (S)] are the same as explained in Table 1. <sup>2</sup>The different letters on the bar indicate significant differences at P<0.05. <sup>3</sup>The data were quoted from Choe et al. (2023).

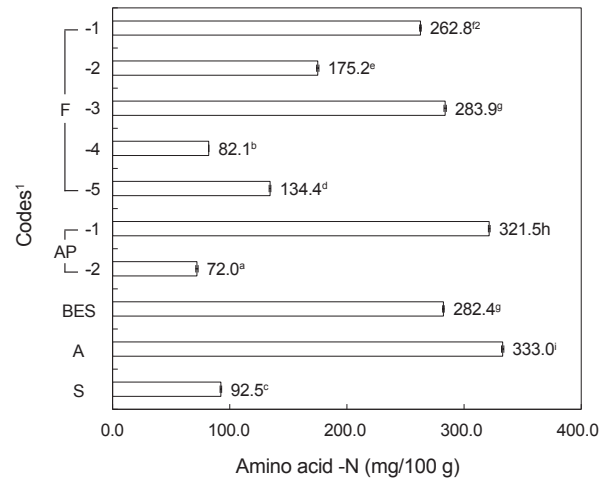


Fig. 3. Amino acid-nitrogen (amino acid-N) contents of commercial *Sik-haes*. <sup>1</sup>Codes [Flounder (F-1, -2, -3, -4 and -5), Alaska pollock (AP-1 and -2), Black edged sculpin (BES), Anchovy (A), and Sandfish (S)] are the same as explained in Table 1. <sup>2</sup>The different letters on the bar indicate significant differences at P<0.05.

용하여 15°C에서 10일간 발효시키는 경우 1.5 g이 생성되나, 발효 온도에 따라서 상당히 차이가 있다고 보고한 바 있고, Koo et al. (2009)의 경우 백합을 활용하여 상온에서 7일간 발효시킨 후 4°C에서 38일간 발효시키는 경우 적정산도가 0.7 g이었다고 보고한 바 있다. 시판 식해 10종의 pH 및 적정산도의 결과로 미루어 보아 pH와 적정산도는 역상관관계를 나타내었다. 일반적으로 젓갈과 같이 단백질이 근간인 수산물의 발효 시에는 휘발성 염기물질을 다량 생산하여 pH가 5.0 이하로 내려가기 어려우나, 김치와 같이 탄수화물이 근간인 농산물의 발효 시에는 유기산을 다량 생산하여 pH가 5.0 이하로 내려가기 용이하다. 이와 같은 사실로 미루어 볼 때 이들 시판 식해의 pH가 낮고, 적정산도가 높은 제품은 AP-2와 같이 일부 유기산을 첨가하는 경우를 제외한다면 대체로 단백질 자원인 수산물의 조성비보다 탄수화물 자원인 곡류의 조성비를 높이면서 저염의 조건에서 발효시켜 젖산균의 활성화에 의한 다량의 유기산을 생성시켰기 때문이라 판단되었다(Han et al., 2013). 한편, 시판 식해의 pH와 적정산도에 대한 결과로 미루어 보아 시판 식해의 신맛은 S가 가장 강할 것으로 예측되었고, 다음으로 F-4, AP-2, F-5, F-2, AP-1, F-3, F-1 및 BES의 순으로 추정되었으며, A가 가장 낮을 것으로 추정되었다.

시판 식해 10종의 염도에 대한 결과는 Fig. 2와 같다. 시판 식해의 염도는 3.0–6.7% 범위로 이었고, 이는 수산 전통발효식품의 하나인 액젓의 염도인 약 20% 이상(Liu et al., 2017; Kim et al., 2023)에 비하여 확연히 낮아, 현대인들의 수산물 거부 요인 중의 하나인 고염도를 탈피한다는 점에서 상당히 의미가 있다고 판단되었다. 한편, 일반적으로 소금에 대한 과도한 짠맛은

3% 이상인 경우 느낄 수 있으나, 이를 부식으로 섭취하는 경우 염도 5% 이상인 AP-2 (5.2%), A (6.7%)를 제외한 나머지 시판 식해 8종의 경우 크게 문제가 없을 것으로 판단되었다.

시판 식해 10종의 단백질 분해 정도의 지표로서 뿐만 아니라 맛과 향의 지표로서 살펴본 아미노산 질소 함량(Chaveesuk et al., 1994)과 유리아미노산 함량[단, 가자미 식해 1종(F-5) 제외]은 각각 Fig. 3 및 Table 2와 같다. 시판 식해 100 g 당 10종의 아미노산 질소 함량은 72.0–333.0 mg 범위이었고, 이는 A가 가장 높았고, 다음으로 AP-1 (321.5 mg), F-3 (283.9 mg), BES (282.4 mg), F-1 (262.8 mg), F-2 (175.2 mg), F-5 (134.4 mg), S (92.5 mg), F-4 (82.1 mg) 및 AP-2 (72.0 mg)의 순이었다. 이때 BES와 F-3 간의 아미노산 질소 함량은 유의적인 차이가 인정되지 않았다(P>0.05). 동일 원료 어종별 식해 100 g 당의 아미노산 질소 함량은 시판 가자미 식해 5종이 82.1–283.9 mg 범위이었고, 이는 유의적으로 F-3가 가장 높았고, 다음으로 F-1 (262.8 mg), F-2 (175.2 mg), F-5 (134.4 mg) 및 F-4 (82.1 mg)의 순이었으며(P<0.05), 시판 명태 식해 2종 간의 아미노산 질소 함량은 AP-1이 321.5 mg으로, AP-2의 72.0 mg에 비하여 유의적으로 높았다(P<0.05). 한편, 시험 조건에서 적절히 발효시킨 식해 100 g 당 아미노산 질소 함량은 백합 식해의 경우 130 mg (Koo et al., 2009), 명태 식해의 경우 250 mg (Cha et al., 2004), 가자미 식해의 경우 290 mg (Lee et al., 1983), 오징어 식해의 경우 80–116 mg (Choi et al., 2001) 또는 300 mg (Kim et al., 1994a)이라고 보고된 바 있어, 식해의 아미노산 질소 함량은 주원료(수산물)와 액젓 및 monosodium glutamate (MSG) 등과 같은 첨가물의 종류 이외에도 숙성 온도와 기간 등

과 같은 숙성 조건에 의한 영향도 아주 크게 미치는 것으로 판단되었다.

수산발효식품의 특유의 맛과 향을 가진 것으로, 이들은 주로 가용성 펩타이드와 유리아미노산, 그리고 유기산 등에 의하여 지배된다(Kim et al., 2023). 시판 식해 100 g 당 9종의 유

리아미노산 총합량은 425.6–1,726.4 mg 범위이었다. 시판 식해 100 g 당 유리아미노산 총합량은 A가 가장 높았고, 다음으로 AP-1 (1,549.3 mg), F-3 (1,433.3 mg), F-1 (1,314.2 mg), BES (1,298.5 mg), F-2 (833.2 mg) 등이었으며, 나머지 3종 제품의 경우 500 mg 이하[S (485.3 mg), AP-2 (428.7 mg)

Table 2. Free amino acid contents of commercial *Sik-haes*

Amino acid	F <sup>1</sup>			
	-1	-2	-3	-4
Phosphoserine	7.9 (0.6)	6.7 (0.8)	8.6 (0.6)	3.0 (0.7)
Taurine	72.3 (5.5)	41.7 (5.0)	67.4 (4.7)	23.0 (5.4)
Phenylethylamine	19.7 (1.5)	15.8 (1.9)	27.2 (1.9)	11.1 (2.6)
Aspartic acid	21.0 (1.6)	15.0 (1.8)	34.4 (2.4)	11.5 (2.7)
Hydroxyproline	7.9 (0.6)	4.2 (0.5)	8.6 (0.6)	3.4 (0.8)
Threonine	64.4 (4.9)	34.2 (4.1)	67.4 (4.7)	22.1 (5.2)
Serine	30.2 (2.3)	17.5 (2.1)	37.3 (2.6)	13.6 (3.2)
Glutamic acid	181.4 (13.8)	251.6 (30.2)	452.9 (31.6)	49.8 (11.7)
Sarcosine	-	-	-	-
α-Aminoadipic acid	2.6 (0.2)	0.8 (0.1)	2.9 (0.2)	0.9 (0.2)
Proline	126.2 (9.6)	67.5 (8.1)	120.4 (8.4)	38.7 (9.1)
Glycine	61.8 (4.7)	38.3 (4.6)	53.0 (3.7)	20.0 (4.7)
Alanine	119.6 (9.1)	70.8 (8.5)	126.1 (8.8)	41.7 (9.8)
Valine	63.1 (4.8)	29.2 (3.5)	64.5 (4.5)	20.4 (4.8)
Cysteine	3.9 (0.3)	5.8 (0.7)	7.2 (0.5)	1.7 (0.4)
Methionine	34.2 (2.6)	21.7 (2.6)	28.7 (2.0)	10.6 (2.5)
Cystathionine-1	1.3 (0.1)	2.5 (0.3)	4.3 (0.3)	0.4 (0.1)
Isoleucine	38.1 (2.9)	15.8 (1.9)	27.2 (1.9)	8.1 (1.9)
Leucine	73.6 (5.6)	40.8 (4.9)	65.9 (4.6)	24.7 (5.8)
Tyrosine	2.6 (0.2)	2.5 (0.3)	1.4 (0.1)	1.7 (0.4)
β-Alanine	-	-	-	-
Phenylalanine	49.9 (3.8)	23.3 (2.8)	48.7 (3.4)	16.2 (3.8)
γ-Aminobutyric acid	173.5 (13.2)	32.5 (3.9)	21.5 (1.5)	43.4 (10.2)
Ethanolamine	18.4 (1.4)	1.7 (0.2)	12.9 (0.9)	3.4 (0.8)
Hydroxylysine	2.6 (0.2)	3.3 (0.4)	2.9 (0.2)	0.9 (0.2)
Ornithine	17.1 (1.3)	14.2 (1.7)	21.5 (1.5)	9.4 (2.2)
Lysine	84.1 (6.4)	45.8 (5.5)	71.7 (5.0)	30.6 (7.2)
1-Methylhistidine	-	1.7 (0.2)	-	0.4 (0.1)
Histidine	14.5 (1.1)	10.8 (1.3)	21.5 (1.5)	6.8 (1.6)
3-Methylhistidine	1.3 (0.1)	-	-	-
Anserine	-	-	-	-
Carnosine	-	-	-	-
Arginine	21.0 (1.6)	17.5 (2.1)	27.2 (1.9)	8.1 (1.9)
Total	1314.2 (100.0)	833.2 (100.0)	1433.3 (100.0)	425.6 (100.0)

<sup>1</sup>Codes [Flounder (F-1, -2, -3, and -4), Alaska pollock (AP-1 and -2), Black edged sculpin (BES), Anchovy (A), and Sandfish (S)] are the same as explained in Table 1.

Table 2. Continued

Amino acid	AP		BES	A	S
	-1	-2			
Phosphoserine	13.9 (0.9)	2.6 (0.6)	6.5 (0.5)	3.5 (0.2)	3.4 (0.7)
Taurine	49.6 (3.2)	17.2 (4.0)	27.3 (2.1)	58.7 (3.4)	54.3 (11.2)
Phenylethylamine	18.6 (1.2)	6.4 (1.5)	22.1 (1.7)	13.8 (0.8)	6.8 (1.4)
Aspartic acid	43.4 (2.8)	11.1 (2.6)	15.6 (1.2)	84.6 (4.9)	15.0 (3.1)
Hydroxyproline	-	-	-	-	-
Threonine	74.4 (4.8)	17.2 (4.0)	55.8 (4.3)	65.6 (3.8)	19.9 (4.1)
Serine	55.8 (3.6)	14.2 (3.3)	39.0 (3.0)	65.6 (3.8)	21.8 (4.5)
Glutamic acid	234.0 (15.1)	68.6 (16.0)	76.6 (5.9)	348.7 (20.2)	72.3 (14.9)
Sarcosine	4.6 (0.3)	-	-	-	-
α-Amino adipic acid	1.5 (0.1)	0.4 (0.1)	2.6 (0.2)	-	-
Proline	130.2 (8.4)	34.3 (8.0)	116.9 (9.0)	60.4 (3.5)	38.3 (7.9)
Glycine	55.8 (3.6)	18.0 (4.2)	79.2 (6.1)	98.4 (5.7)	17.5 (3.6)
Alanine	139.5 (9.0)	39.0 (9.1)	167.5 (12.9)	93.2 (5.4)	43.2 (8.9)
Valine	85.2 (5.5)	18.0 (4.2)	27.3 (2.1)	89.8 (5.2)	26.7 (5.5)
Cysteine	6.2 (0.4)	2.6 (0.6)	2.6 (0.2)	5.2 (0.3)	4.4 (0.9)
Methionine	44.9 (2.9)	9.9 (2.3)	13.0 (1.0)	44.9 (2.6)	5.8 (1.2)
Cystathionine-1	1.5 (0.1)	0.4 (0.1)	1.3 (0.1)	3.5 (0.2)	0.5 (0.1)
Isoleucine	54.2 (3.5)	15.4 (3.6)	31.2 (2.4)	60.4 (3.5)	13.6 (2.8)
Leucine	89.9 (5.8)	25.7 (6.0)	57.1 (4.4)	98.4 (5.7)	23.3 (4.8)
Tyrosine	13.9 (0.9)	5.6 (1.3)	9.1 (0.7)	41.4 (2.4)	5.8 (1.2)
β-Alanine	3.1 (0.2)	-	-	-	-
Phenylalanine	65.1 (4.2)	18.0 (4.2)	48.0 (3.7)	62.2 (3.6)	18.4 (3.8)
γ-Aminobutyric acid	27.9 (1.8)	7.7 (1.8)	286.9 (22.1)	6.9 (0.4)	27.7 (5.7)
Ethanolamine	12.4 (0.8)	4.7 (1.1)	10.4 (0.8)	6.9 (0.4)	4.4 (0.9)
Hydroxylysine	7.7 (0.5)	0.4 (0.1)	1.3 (0.1)	3.5 (0.2)	1.0 (0.2)
Ornithine	9.3 (0.6)	0.9 (0.2)	6.5 (0.5)	8.6 (0.5)	18.9 (3.9)
Lysine	137.9 (8.9)	39.0 (9.1)	131.1 (10.1)	139.8 (8.1)	23.8 (4.9)
1-Methyl-histidine	12.4 (0.8)	3.4 (0.8)	1.3 (0.1)	-	1.5 (0.3)
Histidine	23.2 (1.5)	4.7 (1.1)	13.0 (1.0)	100.1 (5.8)	4.4 (0.9)
3-Methyl-histidine	3.1 (0.2)	-	-	5.2 (0.3)	-
Anserine	23.2 (1.5)	9.4 (2.2)	6.5 (0.5)	5.2 (0.3)	-
Carnosine	-	-	-	5.2 (0.3)	-
Arginine	106.9 (6.9)	33.9 (7.9)	42.8 (3.3)	146.7 (8.5)	12.6 (2.6)
Total	1549.3 (100.0)	428.7 (100.0)	1298.5 (100.0)	1726.4 (100.0)	485.3 (100.0)

<sup>1</sup>Codes [Flounder (F-1, -2, -3, and -4), Alaska pollock (AP-1 and -2), Black edged sculpin (BES), Anchovy (A), and Sandfish (S)] are the same as explained in Table 1.

및 F-4 (425.6 mg)]이었다. 이들 시판 식해 9종 간의 총 유리 아미노산 총합량(x축)과 아미노산 질소 함량(y축)과의 관계는  $y=0.2096x-9.814$ 을 나타내었고, 이때 상관관계  $R^2=0.9866$ 을 나타내어 아주 유사한 패턴을 나타내고 있다고 추정되었다. 한편, 원료 어종별 시판 식해 100 g 당 유리아미노산 총합량

은 가자미 식해 4종의 경우 425.6~1,433.3 mg 범위에었고, 이들 간에는 F-3가 가장 높았고, 다음으로 F-1 (1,314.2 mg), F-2 (833.2 mg) 및 F-4의 순이었으며, 명태 식해 2종의 경우 AP-1이 1,549.3 mg으로, AP-2의 428.7 mg에 비하여 훨씬 높아 차이가 컸다. 이상의 시판 식해 100 g 당 아미노산 질소 함량과 유

리아미노산 총합량으로 추정하는 10종의 맛의 강도는 A가 가장 강하리라 추정되었고, 다음으로 AP-1, F-3, F-1, F-2, S, AP-2, F-4, F-5 등의 순으로 추정되었다. 시판 식해의 주요 유리아미노산(조성비로 8% 이상)은 가자미 식해의 경우 F-2와 F-3가 glutamic acid (F-1 13.8%, F-2 30.2%, F-3 31.6%, F-4 11.7%), proline (F-1 9.6%, F-2 8.1%, F-3 8.4% 및 F-4 9.1%), alanine (F-1 9.1%, F-2 8.5%, F-3 8.8% 및 F-4 9.8%)과 같은 3종, F-1 및 F-4가 이들 3종 이외에도  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA)도 여기에 포함되어 4종, 명태 식해의 경우 AP-1 및 AP-2가 모두 glutamic acid (각각 15.1% 및 16.0%), proline (각각 8.4% 및 8.0%), alanine (각각 9.0% 및 9.1%)와 같은 3종 이외에 lysine (각각 8.9% 및 9.1%)와 같은 4종, BES의 경우 glutamic acid를 제외한 proline (9.0%), alanine (12.9%), GABA (22.1%) 및 lysine (10.1%)와 같은 4종, A의 경우 glutamic acid (20.2%), lysine (8.1%) 및 arginine (8.5%)와 같은 3종, S의 경우 glutamic acid (14.9%), alanine (8.9%)와 같은 2종이었다. 이와 같이 시판 식해 9종 간에 주요 유리아미노산의 종류와 조성에 있어 차이가 있는 것은 원료어의 종류 차이, 첨가물의 종류 및 배합 비율의 차이, 숙성 기간 및 온도 등과 같은 숙성 조건의 차이 때문이라 판단되었다. 특히, 이와 같이 감칠맛의 주성분이면서 식해 맛에 결정적으로 관여하는 glutamic acid는 시판 식해 8종 모두에서 주요 아미노산이었으나 도루묵 식해에서 유일하게 제외되었는데, 이는 발효 중 젖산균에 의하여 GABA로의 전환으로 인하여 상당히 감소하였기 때문이라 판단되었다(Lee, 2011). 또한, F-2, F-3 그리고 A는 다른 시판 식해에 비하여 glutamic acid 조성비가 월등히 높았는데, 이는 단백질로부터 유리된 glutamic acid 이외에도 맛의 상승을 고려하여 가공업자에 의하여 첨가된 MSG 때문이라 판단되었다. 그리고 A의 유리아미노산 중 항산화성 등의 기능이 알려져 있는 histidine 관련 물질인 histidine, 1-과 3-methylhistidine, dipeptide인 anserine과 carnosine이 검출되지 않거나 미량이 검출되었는데, 이는 이들 성분이 대부분 적색육 어류에서 유래되기 때문이라 판단되었다(Boldyrev and Severin, 1990). 한편, taurine은 혈중 콜레스테롤과 중성지방의 저하, 저밀도 및 초저밀도 지질 단백질 중의 콜레스테롤량 감소에 의한 동맥경화성 질환의 억제, 담즙산 생합성 촉진에 의한 항담석 작용, 간효소 대사 및 간기능 개선, 담즙 분비 촉진 등에 의한 급성 간질환 환자의 증상 개선, 뇌의 교감 신경에 대한 억제 작용으로 혈압 강하, 뇌졸중의 예방 등과 같은 건강 기능성이 인정되고 있다(Lee and Oh, 2002). 그리고 일반적으로 GABA는 glutamic acid를 전구체로 하고, 젖산균에 의하여 탈탄산 반응이 일어나 생성되는 것으로, 혈압 상승 억제, 혈중 콜레스테롤 및 중성지방 증가 억제, 뇌의 혈류 개선, 비만 방지, 시력 증진, 항불안, 항경련 등, 성장호르몬의 분비 조절, 통증 완화, 수면 개선 등의 건강 기능성이 있어, 쌀, 수면 질 개선제, 과자(초코릿 등) 등으로 응용되고 있다(Hasler et al., 2007; Kang and Oh, 2007; Oh, 2007; Obata et al., 2008;

Kim and Lee, 2014; Kim and Kang, 2021). 이러한 일면에서 식해는 전통 수산발효식품이어서 taurine, GABA 등과 같은 유리아미노산의 조성비가 높아 자연히 근년에 소비자들이 선호하고 있는 건강 식품으로서도 의미가 있다고 판단되었다. 한편, Koo et al. (2009)은 백합 식해를 45일간 숙성한 결과 유리아미노산은 alanine, taurine, glutamic acid 및 aspartic acid가 주성분이라 보고한 바 있고, Cha et al. (2004)은 명태 식해의 발효 중 맛성분의 변화에 관한 연구에서 최적 숙성기에 유리아미노산은 glutamic acid, alanine, leucine 및 lysine 등이 주성분이었다고 보고한 바 있다.

일반적으로 식품의 맛은 유리아미노산에 의하여 지배적으로 영향을 받고, 그 강도는 함량도 고려되어야 하나, 이보다 맛의 역치를 우선적으로 고려하여야 한다(Kato et al., 1989; Kim et al., 2023). 이러한 일면에서 시판 식해의 맛을 taste value (각 유리아미노산의 함량/각 유리아미노산의 맛에 대한 역치)로 나타낸 결과는 Table 3과 같다. Kato et al. (1989)은 식품 100 g에 대한 맛의 역치는 aspartic acid가 가장 낮아 3 mg이었으며, 다음으로 glutamic acid (5 mg)의 순이었으며, 이들은 나머지 유리아미노산에 비하여 aspartic acid의 경우 6.67-86.67배가 높고, glutamic acid의 경우 4.00-52.00배가 높아 확연히 맛에 민감하였다고 보고한 바가 있다. 시판 식해 9종의 total taste value는 17.0-115.9 범위로 제품 간에 차이가 상당히 컸다. 시판 식해 9종의 taste value는 A가 가장 높았고, 다음으로 F-3 (111.1), AP-1 (75.1), F-2 (60.6), F-1 (52.4), BES (30.7), S (22.5) 및 AP-2 (21.1)의 순이었으며, F-4가 가장 낮았다. 이들 시판 식해 중 taste value가 높은 4종의 시판 식해(F-2, F-3, AP-2 및 A) 부원료로 MSG를 첨가한 것이었다. 이들 시판 식해의 taste value 결과에 따라 맛의 강도는 강하리라 추정되었다. 한편, 동일 원료를 소재로 한 시판 식해 간의 taste value는 가자미 식해 4종 간의 경우 F-3가 111.1로 가장 높았고, 다음으로 F-2 (60.6), F-1 (52.4) 및 F-4 (17.0)의 순이었으며, 명태 식해 2종 간의 경우 AP-1이 75.1로, AP-2의 21.1에 비하여 높았다. 도루묵 식해는 맛에 결정적 영향을 미치면서 다량 함유되어 있었으리라 추정되는 glutamic acid가 GABA로의 전환에 의하여 오히려 대폭 감소됨에 따라 상대적으로 낮아졌다고 판단되었다. Taste value로 살펴본 식해의 맛에 관여하는 주요 유리아미노산으로는 식해의 종류에 관계없이 모두 glutamic acid이었고, 보조적으로 aspartic acid가 관여하리라 판단되었다. 한편, Hayashi et al. (1981)은 자숙한 게다리살 추출물의 유리아미노산 함량과 동일하게 제조한 합성물로 omission test를 실시한 결과 glutamic acid와 aspartic acid가 감칠맛과 신맛의 주체이었다고 보고한 바 있다. 그리고, Cha et al. (2004)도 명태 식해의 숙성 중 맛성분의 변화를 살펴보는 연구에서 맛의 강도를 taste value로 살펴본 결과 주된 맛은 glutamic acid와 aspartic acid가 관여하였다고 보고한 바 있다. 이상의 시판 식해의 맛성분에 대한 결과로 미루어 보아 식해의 맛은 원료어의 영향보다는 원료어와 첨가

물의 종류 및 조성, 숙성 조건(온도와 시간) 등에 의한 영향이 지배적이라 판단되었다.

한편, 이상에서 검토한 유리아미노산의 맛의 역치를 고려한 taste value에 대한 결과로 미루어 보아 시판 식해 10종의 맛 강도는 A가 가장 강하리라 추정되었고, 다음으로 F-3, AP-1, F-2, F-5, F-1, BES, S, AP-2, F-4의 순으로 추정되었다.

**냄새**

시판 식해 10종의 냄새 지표로서 살펴본 휘발성염기질소 함량은 Fig. 4와 같다. 시판 식해 100 g 당 10종의 휘발성염기질소 함량은 24.5–80.9 mg으로, A가 가장 높았고, 다음으로 BES (78.5 mg), AP-1 (65.3 mg), F-1 (53.3 mg), F-3 (39.1 mg), F-2 (38.6 mg), F-4 (34.7 mg), F-5 (32.0 mg) 및 S (27.3 mg)의 순이었으며, AP-2가 가장 낮았다. 이때 F-2와 F-3 간에는 유의적 차이가 없었다( $P>0.05$ ). 한편, 동일 원료어로 제조한 시판 식해 간의 휘발성염기질소 함량은 시판 가자미 식해 100 g 당 5종의 경우 32.0–53.3 mg 범위였고, F-1가 가장 높았으며, 다음으로 F-3 (39.1 mg), F-2 (38.6 mg), F-4 (34.7 mg), F-5 (32.0 mg)의 순이었으며, 명태 식해 100 g 당 2종의 경우 AP-1이 65.3 mg으로, AP-2의 24.5 mg에 비하여 유의적으로 높았다( $P<0.05$ ). 이와 같이 시판 식해 간에 휘발성 염기질소 함량의 큰 차이는 원료어의 선도 상태, 배합 비율, 발효 조건 등에 의한 차이 때문이라 판단되었다.

일반적으로 선도 및 비린내의 지표 물질인 휘발성염기질소 함

량(Jeong et al., 2022)은 수산물 유래 trimethylamine, dimethylamine 및 암모니아에서 많이 발생하고 있고, 이의 함량이 낮아야 비린내가 적어 현대인이 선호할 수 있다. 따라서, 식해의 산업화를 위하여는 우선적으로 현대인들이 싫어하는 비린내를 억제시켜야 한다. 한편, 이들 비린내 성분은 선도 저하 시에 생성되는 물질이면서, 염기성 물질이어서, 신선한 수산물을 원료를 사용하여 이들 비린내 성분의 생성을 억제시키거나, 향신료로 비린내를 마스킹(masking)하거나 또는 식해를 적절히 숙성시켜 젖산균에 의하여 생성된 유기산에 의하여 비린내 성분을 중화시켜 휘발성을 억제하여야 할 것이다.

한편, 식해 100 g 당의 휘발성염기질소 함량은 Koo et al. (2009)의 경우 백합 식해의 제조를 위하여 상온에서 7일간 발효시킨 후 4°C에서 38일간 발효시킨 결과 27 mg이었다고 보고한 바 있고, Lee et al. (1983)의 경우 최적 조건으로 제조한 가자미 식해가 150 mg이었다고 보고한 바 있으며, Cha et al. (2004)은 적정 온도에서 발효시킨 명태 식해의 휘발성염기질소 함량은 50 mg이었다고 보고한 바 있다.

이상의 휘발성염기질소 함량의 결과만으로 추정하여 볼 때 시판 식해의 비린내는 A가 가장 높으리라 추정되었고, 다음으로 BES, AP-1, F-1, F-3, F-2, F-4, F-5 및 S순이었으며, AP-2가 가장 낮으리라 추정되었다. 그러나, 식해의 냄새는 단순히 휘발성염기질소 함량만이 아니고 pH에 따라 많은 차이가 있을 수 있어 냄새 강도기에 의한 냄새 강도도 고려되어야 할 것으로 판단되었다.

Table 3. Taste value of commercial *Sik-haes*

Amino acid	Taste threshold (mg/100 g)	F <sup>1</sup>				AP		BES	A	S
		-1	-2	-3	-4	-1	-2			
Asp	3	7.0	5.0	11.5	3.8	14.5	3.7	5.2	28.2	5.0
Thr	260	0.2	0.1	0.3	0.1	0.3	0.1	0.2	0.3	0.1
Ser	150	0.2	0.1	0.2	0.1	0.4	0.1	0.3	0.4	0.1
Glu	5	36.3	50.3	90.6	10.0	46.8	13.7	15.3	69.7	14.5
Pro	300	0.4	0.2	0.4	0.1	0.4	0.1	0.4	0.2	0.1
Gly	130	0.5	0.3	0.4	0.2	0.4	0.1	0.6	0.8	0.1
Ala	60	2.0	1.2	2.1	0.7	2.3	0.7	2.8	1.6	0.7
Val	140	0.5	0.2	0.5	0.1	0.6	0.1	0.2	0.6	0.2
Met	30	1.1	0.7	1.0	0.4	1.5	0.3	0.4	1.5	0.2
Ile	90	0.4	0.2	0.3	0.1	0.6	0.2	0.3	0.7	0.2
Leu	190	0.4	0.2	0.3	0.1	0.5	0.1	0.3	0.5	0.1
Phe	90	0.6	0.3	0.5	0.2	0.7	0.2	0.5	0.7	0.2
Lys	50	1.7	0.9	1.4	0.6	2.8	0.8	2.6	2.8	0.5
His	20	0.7	0.5	1.1	0.3	1.2	0.2	0.7	5.0	0.2
Arg	50	0.4	0.4	0.5	0.2	2.1	0.7	0.9	2.9	0.3
Total	-	52.4	60.6	111.1	17.0	75.1	21.1	30.7	115.9	22.5

<sup>1</sup>Codes [Flounder (F-1, -2, -3, and -4), Alaska pollock (AP-1 and -2), Black edged sculpin (BES), Anchovy (A), and Sandfish (S)] are the same as explained in Table 1.



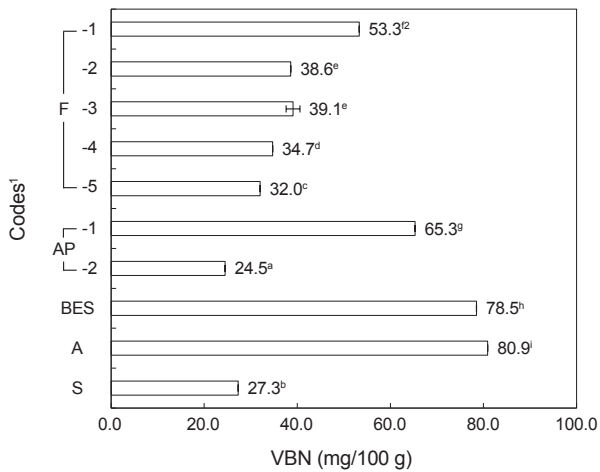


Fig. 4. Volatile basic nitrogen (VBN) contents of commercial *Sik-haes*. <sup>1</sup>Codes [Flounder (F-1, -2, -3, -4 and -5), Alaska pollock (AP-1 and -2), Black edged sculpin (BES), Anchovy (A), and Sandfish (S)] are the same as explained in Table 1. <sup>2</sup>The different letters on the bar indicate significant differences at  $P < 0.05$ .

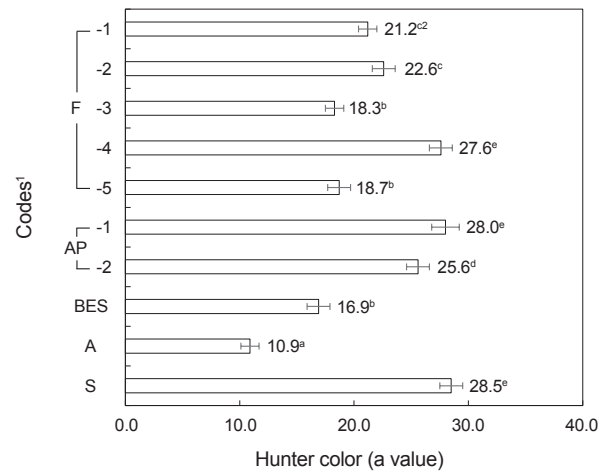


Fig. 5. Hunter color value (a value) of commercial *Sik-haes*. <sup>1</sup>Codes [Flounder (F-1, -2, -3, -4 and -5), Alaska pollock (AP-1 and -2), Black edged sculpin (BES), Anchovy (A), and Sandfish (S)] are the same as explained in Table 1. <sup>2</sup>The different letters on the bar indicate significant differences at  $P < 0.05$ .

## 색

시판 식해 10종의 색에 대한 지표로서 측정된 헌터 색조 중 소비자의 기호도를 자극할 수 있는 적색도에 대한 결과는 Fig. 5와 같다. 시판 식해 10종의 적색도는 10.9–28.5 범위였고, 이 중 S가 가장 높았고, 다음으로 AP-1 (28.0), F-4 (27.6), AP-2 (25.6), F-2 (22.6), F-1 (21.2), F-5 (18.7), F-3 (18.3), BES (16.9) 및 A (10.9)순이었다. 이때 F-3, F-5와 BES 간, F-1과 F-2 간, 그리고 F-4, AP-1과 A 간의 경우 유의적인 차이가 없었다( $P > 0.05$ ). 한편, 시판 식해의 적색도 중 BES의 경우 껍질 등의 부원료가 혼입됨으로 인하여 다소 낮은 값을 나타내었고, S의 경우 멸치가 숙성됨으로 인하여 노출된 적색육으로 인하여 다소 낮은 값을 나타내었다. 일반적으로 수산발효식품은 발효기간이 경과함에 따라 이들 요인 뿐만이 아니라 이와 같은 시판 식해 간의 적색도의 차이는 고춧가루와 껍질 등과 같은 색소 함유 첨가물의 첨가 비율, 원료어의 육색과 내장, 그리고 지질 산화 및 메일라드 반응(Maillard reaction)에 영향을 미치는 발효조건(Mueda, 2015)에 의한 영향이 컸으리라 판단되었다. 동일 원료 어종으로 제조한 시판 식해 간의 적색도는 가자미 식해 5종 간의 경우 F-4가 27.6으로 가장 높았고, 다음으로 F-2 (22.6), F-1 (21.2), F-5 (18.7), F-3 (18.3)의 순이었으며, 명태 식해 2종 간의 경우 AP-1이 28.0으로, AP-2의 25.6에 비하여 유의적으로 높았다( $P < 0.05$ ).

## 관능 평가

시판 식해 10종의 맛, 향미 및 색에 대한 관능검사 결과는 Table 4와 같다. 관능검사는 맛, 냄새 및 색에 대하여 가자미 식해 F-1을 기준점인 5점으로 하고, 이보다 우수한 경우 6–9점

로, 이보다 열악한 경우 4–1점으로 하는 9단계 평가법으로 실시하였다. 식해의 맛은 강한 짠맛을 나타내지 않고, 신맛과 감칠맛이 어우러진 우리나라 특유의 수산 전통발효식품의 하나이다. 따라서 식해의 맛은 짠맛, 신맛 및 감칠맛이 어우러진 독특한 맛으로 평가되어야 한다. 시판 식해 중 대조구(F-1)의 맛은 약간 짠맛이 인지되었고, 신맛과 감칠맛은 엷게 어우러져 나타났으며, 그 강도는 강하지 않았다. 시판 식해의 맛에 대한 관능평점은 3.8–6.4점 범위로, 이 중 F-3와 AP-1이 모두 6.4점으로 가장 우수한 것으로 나타났고, 다음으로 F-2가 5.6점, F-1 및 F-5가 모두 5.0점, F-4가 4.5점, AP-2가 4.4점, BES가 4.0점, A와 S가 모두 3.8점의 순이었다. 하지만, 이들의 맛에 대한 관능평점은 F-2와 F-3 간, F-1, F-2, F-4, F-5와 AP-1 간, F-4, AP-1, AP-2, BES, A와 S 간의 경우 유의적인 차이가 인정되지 않았다( $P > 0.05$ ). 이들 시판 식해 중 F-2, F-3, AP-1 및 A는 포장지에 MSG 첨가 제품으로 표기되어 있었다. 동일 원료어로 제조한 식해 간의 맛은 가자미 식해 5종의 경우 4.5–6.4점 범위로, F-3이 가장 높았고, 다음으로 F-2 (5.6점), F-1, F-5 (모두 5.0점) 및 F-4 (4.5점)의 순이었으며, 이때 F-2와 F-3 간, F-1, F-2, F-4와 F-5 간의 경우 유의적 차이가 인정되지 않았다. 그리고 명태 식해 2종의 경우 AP-1이 6.4점으로 AP-2의 5.6점에 비하여 유의적 차이가 없었다( $P > 0.05$ ). 이상의 결과로 미루어 보아 시판 식해의 관능평가에 대한 맛은 아미노산 질소 함량에 대한 영향도 있으나 유기산, 즉 신맛(pH)에 대하여 상당히 영향을 받는 것으로 판단되었다.

식해의 냄새는 김치와 같이 신맛이 있으면서 특유의 향을 가지나, 어류를 사용함으로 인하여 공정에서 약간만 부주의하여도 비린내가 발생하기 쉽다. 이러한 일면에서 시판 식해 10종의

Table 4. Results on the sensory evaluation of commercial *Sik-haes*

Raw fish	Code <sup>1</sup>	Sensory evaluation		
		Taste	Aroma	Color
F	-1	5.0±0.0 <sup>b2</sup>	5.0±0.0 <sup>b</sup>	5.0±0.0 <sup>d</sup>
	-2	5.6±0.6 <sup>ab</sup>	5.4±0.6 <sup>b</sup>	6.4±0.5 <sup>bc</sup>
	-3	6.4±0.5 <sup>a</sup>	5.0±0.6 <sup>bc</sup>	4.4±0.9 <sup>de</sup>
	-4	4.5±0.8 <sup>bc</sup>	5.2±0.8 <sup>bc</sup>	8.0±0.8 <sup>a</sup>
	-5	5.0±0.6 <sup>b</sup>	5.8±0.8 <sup>ab</sup>	5.9±0.5 <sup>c</sup>
AP	-1	6.4±0.6 <sup>a</sup>	4.0±0.4 <sup>cd</sup>	7.0±0.6 <sup>abc</sup>
	-2	5.6±0.8 <sup>c</sup>	7.4±0.8 <sup>a</sup>	7.7±0.6 <sup>a</sup>
BES		4.0±0.4 <sup>c</sup>	3.6±0.5 <sup>d</sup>	3.9±0.5 <sup>e</sup>
A		3.8±0.8 <sup>c</sup>	2.2±0.8 <sup>e</sup>	2.6±1.1 <sup>e</sup>
S		3.8±0.5 <sup>c</sup>	6.8±0.5 <sup>a</sup>	7.5±0.5 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Codes [Flounder (F-1, -2, -3, -4 and -5), Alaska pollock (AP-1 and -2), Black edged sculpin (BES), Anchovy (A), and Sandfish (S)] are the same as explained in Table 1. <sup>2</sup>The different letters on the data in the column indicate significant differences at P<0.05.

냄새에 대하여 관능검사를 실시하였고, 그 결과는 2.2-7.4점이었는데, AP-2가 가장 높았고, 다음으로 S (6.8점), 가자미 식해 5종(5.0-5.8점), AP-1 (4.0점), BES (3.6점), A (2.2점)의 순이었다. 이때 AP-2, S와 F-5 간, 가자미 식해 5종(F-1-F-5) 간, F-3, F-4와 AP-1 간, AP-1과 BES 간의 경우 유의적인 차이가 없었다(P>0.05). 동일 원료어로 제조한 식해 간의 냄새는 가자미 식해(F-1-F-5)의 경우 5.0-5.8 범위로 동일하거나 높았으나 유의적으로 차이가 없었다(P>0.05). 시판 명태 식해 2종 간의 냄새에 대한 평점은 AP-1의 경우 약간의 비린내가 감지되어 대조구에 비하여 낮았으나(P<0.05), AP-2의 경우 비린내가 감지되지 않아 같은 AP-1에 비하여는 물론이고, 대조구에 비하여도 높았다(P<0.05). 나머지 3종의 시판 식해의 냄새 평점은 BES와 A의 경우 두 종류가 모두 적정산도가 낮고, 휘발성염기질소 함량이 높아 비린내가 강하게 느껴져 각각 3.6점 및 2.2점으로 낮았고, S의 경우 적정산도가 높고, 휘발성염기질소 함량이 낮아 6.8점을 받았다.

시판 식해의 색에 대한 관능 평점은 2.6-8.0점 범위이었고, 이 중 F-4가 가장 높았으며, 다음으로 AP-2 (7.7점), S (7.5점), AP-1 (7.0점), F-2 (6.4점), F-5 (5.9점), F-1 (5.0점), F-3 (4.4점), BES (3.9점) 및 A (2.6점)의 순이었다. 이때 F-4, AP-1, AP-2와 S 간, F-2와 AP-1 간, F-2, F-5와 AP-1 간, F-1과 F-3 간, F-3, BES와 A 간의 경우 유의적인 차이가 없었다(P>0.05). 동일 원료어로 제조한 식해 간의 색은 가자미 식해 5종은 F-2 및 F-5 간, F-1 및 F-3 간의 경우, 명태 식해 2종은 2종 간의 경우 유의적으로 차이가 없었다(P>0.05). 한편, 식해의 색은 일반적으로 고춧가루, 깻잎과 같은 첨가물과 어육색 또는 내장의 혼입 등에 의존적이다. 특히, 고춧가루의 첨가량이 높은 경우 선홍색의, 그렇지 않는 경우 연노랑색의 강도가 높아지는 특징이 있었

다. 가자미 식해 및 명태 식해를 제외한 나머지 3종의 시판 식해 중 도루묵 식해는 비린내 등을 마스킹(masking)할 목적으로 사용한 깻잎 등의 암녹색의 영향으로 상당히 어둡게 보여 낮은 평점을 받았고, 멸치 식해의 경우 과다 발효에 의하여 검은 내장의 노출로 낮은 평점을 받았으나, 흰대 식해의 경우 다량의 고춧가루 사용으로 인한 선홍색으로 높은 평점을 받았다.

이상의 맛, 향 및 색의 결과로 미루어 보아 시판 식해의 신맛, 짠맛 및 감칠맛을 고려한 맛, 비린내와 특유의 냄새를 고려한 향미 및 선홍색을 고려한 색조 등으로 미루어 보아 대체로 가자미 식해의 선호도가 높았다. 그리고, 이들 식해의 제조 시에 맛과 냄새에 대한 품질 관리는 여러 가지 항목으로 가능하나, pH에 의하여 조절하는 것도 좋으리라 판단되었고, 적정 pH는 4.8 부근으로 판단되었다.

## References

Beddows CG, Ardeshir AG and Daud WJB. 1979. Biochemical changes occurring during the manufacture of Budu. *Sci Food Agric* 30, 1097-1103. <https://doi.org/10.1002/jfsa.2740301113>.

Boldyrev AA and Severin SE. 1990. The histidine-containing dipeptides, carnosine and anserine: distribution, properties and biological significance. *Adv Enzyme Regul* 30, 175-194. [https://doi.org/10.1016/0065-2571\(90\)90017-v](https://doi.org/10.1016/0065-2571(90)90017-v).

Cha YJ, Kim H, Jang SM and Park JY. 1999. Identification of aroma-active compounds in Korean salt-fermented fishes by aroma extract dilution analysis. 1. Aroma active compounds in salt-fermented anchovy on the market. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28, 312-318.

Cha YJ, Kim SJ, Jeong EJ, Kim H, Cho WJ and Yoo MY. 2004. Studies on taste compounds in Alaska pollock *Sikhae* during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33, 1515-1521. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2004.33.9.1515>.

Cha YJ, Lee CE, Jeong EK, Kim H and Lee JS. 2002. Physiological functionalities of traditional Alaska pollack *Sikhae*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31, 559-565. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2002.31.4.559>.

Chaveesuk R, Smith JP and Simpson BK. 1994. Production of fish sauce and acceleration of sauce fermentation using proteolytic enzymes. *J Aquat Food Prod Technol* 2, 59-77. [https://doi.org/10.1300/J030v02n03\\_05](https://doi.org/10.1300/J030v02n03_05).

Choe YR, An YH, Heu MS and Kim JS. 2023. Nutritional characteristics of commercial Sik-hae. *Korean J Fish Aquat Sci* 56, 151-161. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2023.0151>.

Choi C, Lee HD and Choi HJ. 2001. A study on quality characteristics and establishment of fermentation process for traditional Kyungsangdo squid *sikhe*. *Korean J Dietary Culture* 16, 118-127.

Cobb BF, Alaniz N and Thompson CA. 2006. Biochemical and microbial studies on shrimp: Volatile nitrogen and amino nitrogen analysis. *J Food Sci* 38, 431-436. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2006.01111.x>.

- org/10.1111/j.1365-2621.1973.tb01447.x.
- Han DW, Han HJ, Kim DG, Im MJ and Cho SY. 2013. Optimal fermentation conditions (temperature and salt concentration) for preparing flounder *Verasper moseri Jordan et Gilberu sikhae*. Kor J Fish Aquat Sci 46, 689-695. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2013.0689>.
- Hasler G, van der Veen JW, Tumonis T, Meyers N, Shen J and Drevets WC. 2007. Reduced prefrontal glutamate/glutamine and -aminobutyric acid levels in major depression determined using proton magnetic resonance spectroscopy. Arch Gen Psychiatry 64, 193-200. <https://doi.org/10.1001/archpsyc.64.2.193>.
- Hayashi T, Yamaguchi K and Konosu S. 1981. Sensory analysis of taste-active compounds in the extract of boiled snow crab meat. J Food Sci 46, 479-483.
- Jeong SM, Kim HH, Ryu SH, Kang WS, Lee JE, Kim SR, Lrr GH, Xu X, Byun EB, Shn DH. 2022. Effects of gamma irradiation on inhibition of urease activity and fishy smell in mackerel (*Scomber japonicus*) during refrigerated storage. J Microbiol Biotechnol 32, 808-815. <https://doi.org/10.4014/jmb.2112.12037>.
- 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 SI. 2023. Optimization of salting process to suppress freezing-induced protein denaturation and assure safety of white-leg shrimp *Litopenaeus vannamei*. Ph. D. thesis. Gyeongsang National University, Tongyeong, Korea.
- Kang TJ and Oh SH. 2007. Produce and using to GABA. BRIC BioWave 9, 1-18.
- 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., USA, 158-174.
- Kim EJ and Lee JH. 2014. Effects and optimization of gamma-amino butyric acid (GABA) production process using glutamate decarboxylase (GAD). KSBB Journal 29, 426-431. <https://doi.org/10.7841/ksbbj.2014.29.6.426>.
- Kim HJ, Mireles DeWitt CA and Park JW. 2023. Application of ohmic heating for accelerating Pacific whiting fish sauce fermentation. LWT-Food Sci Technol 174, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114299>.
- Kim JS and Kang SI. 2021. Fisheries processing. Soohaksa Co., Seoul, Korea, 354-378.
- Kim SM, Bank OD and Lee KT. 1994a. The development of squid (*Todarodes pacificus*) Sik-hae in Kang-nung district. 3. The effect of garlic concentrations on the properties of *sik-hae*. Kor Fish Soc 27, 357-365.
- Kim SM, Cho YJ and Lee KT. 1994b. The development of squid (*Todarodes pacificus*) Sik-hae in Kang-nung district. 2. The effect of fermentation temperatures and periods on chemical and microbial changes and the partial purification of protease. Kor Fish Soc 27, 223-231.
- Koo JG, Yoo JH, Park KS and Kim SY. 2009. Biochemical and microbiological changes of hard clam *shikhae* during fermentation. Korea J Fish Aquat Sci 42, 569-573.
- Lee BJ. 2011. Effect of GABA-enriched fermented sea tangle, *Laminaria japonica*, on the alcoholic hepatotoxicity. M.S. Thesis. Gyeongsang National University, Tongyeong, Korea.
- Lee CH, Cho TS, Lim MH, Kang JW and Yang HC. 1983. Studies on the Sik-hae fermentation made by flat-fish. Kor J Appl Microbiol Bioeng 11, 53-58.
- 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 HJ and Oh SD. 2002. Properties changes of Korea turnip dongchimi inoculated with *Leuconostoc citreum* IH22 during fermentation. Korea J Food Nutr 15, 70-76.
- Liu Y, Xu Y, He X, Wang D, Hu S, Li S and Jiang W. 2017. Reduction of salt content of fish sauce by ethanol treatment. J Food Sci Technol 54, 2956-2964. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2734-1>.
- Lopetcharat K, Choi YJ, Park JW and Daeschel MA. 2001. Fish sauce products and manufacturing: A review. Food Rev Int 17, 65-88. <https://doi.org/10.1081/FRI-100000515>.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2022. 8. General analytical method. Retrieved from [http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01\\_02.jsp?idx=263](http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_02.jsp?idx=263) on Feb 21, 2023.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2023. 5. Standards and specifications for each food products. <https://various.foodsafetykorea.go.kr/> on Feb 23, 2023.
- Mueda RT. 2015. Physico-chemical and color characteristics of salt fermented fish sauce from anchovy *Stolephorus commersonii*. Aquacult Aquarium Conserv Legis 8, 565-572.
- Obata K, Hirono M, Kume N, Kawaguchi Y, Itohara S and Yanagawa Y. 2008. GABA and synaptic inhibition of mouse cerebellum lacking glutamate decarboxylase 67. Biochem Biophys Res Commun 370, 429-433. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2008.03.110>.
- Oh SH. 2007. Effects and applications of germinated brown rice with enhanced levels of GABA. Food Sci Ind 40, 41-46. <https://doi.org/10.23093/FSI.2007.40.3.41>.
- Park JH, You SG, Kim YM, Kim DS and Kim SM. 2006. Quality characteristics of accelerated anchovy sauce manufactured with *B. subtilis* JM3 Protease. J Korean Soc Food Sci Nutr 35, 600-605.
- Tungkawachara S, Park JW and Choi YJ. 2003. Biochemical properties and consumer acceptance of Pacific whiting fish sauce. J Food Sci 68, 855-860. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2003.tb08255.x>.