

시판 식해의 영양 특성

최유리¹ · 안영현¹ · 허민수^{2,3} · 김진수^{1,3*}

¹경상국립대학교 해양식품공학과/해양산업연구소, ²경상국립대학교 식품영양학과, ³경상국립대학교 수산식품산업화 기술지원센터

Nutritional Characteristics of Commercial Sik-hae

Yu Ri Choe¹, Young Hyun An¹, Min Soo Heu^{2,3} and Jin-Soo Kim^{1,3*}

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

²Department of Food and Nutrition, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Republic of Korea

³Research Center for Industrial Development of Seafood, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Republic of Korea

This study examined the nutritional characteristics of commercial Sik-hae (CS). The proximate composition per 100 g of CS: 12.7±3.8 g crude protein, 4.4±1.0 g crude lipid, and 6.0±1.2 ash. The total amino acid content range and average per 100 g of CS were 5.65-16.32 g and 11.69±3.76 g, respectively, and the major amino acids were aspartic acid and glutamic acid in all products. The major fatty acids of CS were 16:0 (all products), 18:1n-9 [8 types, flounder sik-hae (FS, all products), sandfish sik-hae (SS), anchovy sik-hae (AS) and black edged sculpin sik-hae (BESS)], 18:2n-6 (9 types, excluding AS), 20:5n-3 (4 types, FS-1, 2, 3, 5), and 22:6 [3 types, FS-3, Alaska pollock sik-hae (APS)-1 and AS]. As a supply source of mineral, 7 types (FS-1, 2, 3, 5, SS, AS and BESS) of calcium, 9 types [FS (all products), APS-1, SS, AS and BESS] of phosphorus, 6 types (FS-1, 3, 5, APS-1, SS and AS) of magnesium and 5 types (FS-1, 4, APS-2, SS and AS) of iron were expected.

Keywords: Commercial sik-hae, Fermented seafoods, Salt-fermented seafoods, Sik-hae

서 론

발효식품은 농산물, 수산물, 축산물 및 임산물을 소재로 하고, 스타터로 젖산균이나 효모 등의 한 종 또는 두 종 이상의 미생물에 의한 발효 작용으로 제조된다. 이로 인하여 발효식품은 주원료에 비하여 영양가가 향상되고 기호성과 저장성은 물론이고, 건강기능성도 우수한 것으로 알려져 있다(Zang et al., 2020). 이들 발효식품의 종류는 미생물의 종류, 식품의 재료에 따라 다양하게 분류되고, 오래전부터 소비자들로부터 선호받고 있는 식품 중의 하나이다. 이들 발효식품 중의 하나인 수산발효식품은 수산물을 소재로 하고, 부패를 억제할 목적으로 소금에 절여 만든 것으로 정의되고 있고(Koo et al., 2016), 크게 젓갈, 액젓 및 식해로 분류된다(Kim and Kang, 2021). 젓갈과 액젓은 부패균의 번식을 억제할 목적으로 어패류에 25% 정도의 식염을 가하여 자가소화 효소 또는 미생물이 분비하는 효소 작용에 의

하여 육질을 분해시킨 전통 수산발효식품으로, 높은 식염 함량과 특유의 비린내 등으로 인하여 신세대와 같은 현대인들에게 다소 거부감을 주고 있다(Faisal et al., 2015). 이에 반하여 식해는 일반적으로 염지된 수산물(가자미, 도다리, 전어, 조기, 명태, 갈치, 쥐치, 도루묵, 멸치, 빨간 횡대, 우럭, 오징어, 고동, 백합, 멍게 등과 같이 일반적으로 젓갈의 원료가 되는 것)에 식염을 가하고, 조밥, 엿기름, 고춧가루, 무 등의 부재료를 혼합한 후 숙성 발효를 시킨 식품이다. 식해는 어패육이 염지 및 숙성 중에 적당히 분해됨과 동시에 발효된 부원료 성분이 여기에 침투하여 독특한 풍미를 가지는 전통 수산발효식품이다(Lee, 1997; Kim et al., 2022). 따라서, 식해는 젓갈이나 액젓에 비하여 낮은 식염 함량과 특유의 비린내를 느낄 수 없어 젓갈과 액젓과는 달리 신세대와 같은 현대인들이 선호하는 상품성을 가진 수산발효식품이다(Lee, 2012). 그러나, 식해는 지방마다 제조 방법이 달라 동일 원료로 사용한 제품이어도 위생, 영양 및 기능 특성

*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.2023.0151>

Korean J Fish Aquat Sci 56(2), 151-161, April 2023

Received 6 October 2022; Revised 5 December 2022; Accepted 18 January 2023

저자 직위: 최유리(대학원생), 안영현(대학생), 허민수(교수), 김진수(교수)

등과 같은 식품학적 품질 특성은 물론이고, 형태에서도 차이가 있다. 이러한 일면에서 식해의 산업화를 위한 기초 연구로서 시판 식해의 위생, 영양 특성 및 안전성 등에 대한 검토가 반드시 필요하다. 하지만, 식해에 관한 연구는 주로 오징어(Kim et al., 1994), 복어, 참가자미, 우럭 및 골뱅이(Kim et al., 2008), 가자미(Jung et al., 1992), 백합(Koo et al., 2009), 멧게(Kim et al., 2014) 등을 소재로 한 시작품의 제조 방법에 관한 연구, 기능성 조사(Cha et al., 1999)에 관한 연구 등이 있으나, 시판 식해의 영양 특성에 관한 연구는 찾아보기 어렵다.

본 연구에서는 식해의 품질개선 및 신제품 개발 시 기초 자료로 필요한 영양성분에 대한 데이터를 제공할 목적으로 시판 식해의 일반성분, 총 아미노산, 지방산, 무기질 등과 같은 영양적 특성에 대하여 살펴보았다.

재료 및 방법

시판 식해

시판 식해는 명태 식해 2종(APS-1 및 APS-2), 멸치 식해 1종(AS), 횡대 식해 1종(BESS), 가자미 식해 5종(FS-1, FS-2, FS-3, FS-4 및 FS-5), 도루묵 식해 1종(SS)으로 총 10종을 온라인으로 구입하여 사용하였다. APS-1, APS-2, AS, FS-1, FS-2, FS-3 및 SS는 강원도 속초시 소재, BESS 및 FS-4는 경상북도 영덕군 소재, FS-5는 강원도 삼척시 소재의 곳에서 구매하여 사용하였다. 구입한 시판 식해의 원료 원산지는 명태를 제외한 4종의 어종(멸치, 횡대, 가자미 및 도루묵)은 모두 국내산이었고, 근년 국내에서 어획량이 거의 없는 명태는 수입산(러시아산)이었다. 이들 시판 식해 10종의 구입 가격은 7,900~17,000원 범위 이었고, 판매 단위는 500 g과 1,000 g의 2종이었다. 이상에서 언급한 code 및 이들의 간략한 정보는 Table 1과 같다.

일반성분

일반성분 함량은 AOAC (1995)법에 따라 수분은 상압가열건조법, 조단백질은 semimicro Kjeldahl법, 조회분은 건식회화법 및 조지방은 Soxhlet법으로 각각 측정하였다.

식염 함량

식염은 식품공전(MFDS, 2022)에 따라 회화법으로 측정하였다. 즉, 식염 약 1 g을 함유하는 양의 검체를 회화한 다음 이를 증류수로 녹이고, 정용(500 mL) 및 여과한 여액 10 mL에 크롬산 칼륨(K_2CrO_4) 용액 2~3방울을 가한 후 0.02 N 질산은($AgNO_3$)으로 적정하여 계산하였다.

총아미노산

총아미노산의 분석은 시판 식해 전체를 검체로 하여 식품공전(MFDS, 2022)에 제시된 방법을 약간 변형하여 실시하였다. 총아미노산 분석용 가수분해물은 시판 식해 전체를 마쇄한 후 약 10 mg을 가수분해용 시험관에 정밀히 채취하여 넣

고, 여기에 0.05% (v/v) 2-메르카프토에탄올(2-mercaptoethanol, C_2H_6SO)을 함유한 6 N 염산 약 10 mL를 가한 다음, 이를 밀봉하고 $100\pm 1^\circ C$ 로 조정된 heating block (HF21; Yamato Scientific Co., Tokyo, Japan)에서 24시간 가수분해시켜 제조하였다. 아미노산 분석용 전처리 시료는 염산 가수분해물을 $40^\circ C$ 에서 감압농축하여 염산을 제거하였고, 0.2 N 구연산나트륨 완충액(pH 2.2, sodium citrate buffer)으로 정용(25 mL)하였으며, 이를 membrane syringe filter (pore size 0.2 μm , 13 mm, PN6054567; Pall Co., Seoul, Korea)로 여과하여 제조하였다. 아미노산 분석은 최종 전처리 시료의 일정량을 이용하여 아미노산자동분석기(Pharmacia Biotech Biochrom 30; Biochrom Ltd., London, UK)로 실시하였고, 이를 정량하여 계산하였다.

무기질

무기질 분석용 시험용액은 시판 식해를 동결건조하고, 분쇄한 다음 Kim (2014)이 언급한 방법에 따라 제조하였다. 즉, 무기질 분석용 시험용액의 제조를 위하여 테프론 분해기(teflon bomb, Od-98-60p; Odlab, Gwangmyeong, Korea)에 건조물 1 g과 무기질 분석용 고순도 질산 10 mL를 가하고 상온에서 150분 동안 반응시킨 다음 시료의 완전 분해를 위하여 테프론 분해기를 밀폐시키고, 가열판으로 $80\pm 5^\circ C$ 에서 400분간 가열한 후 노란색을 띠는 맑은 용액이 될 때까지 분해시켜 제조하였다. 이어서 테프론 분해기의 코크를 열어 압력을 제거하고, 뚜껑을 열어 $100\pm 5^\circ C$ 에서 질산이 1 mL 정도가 되도록 증발시킨 다음 여기에 다시 무기질 분석용 고순도 질산 10 mL를 가한 후, 테프론 분해기의 밀폐, 가열($80\pm 5^\circ C$, 400분)하는 과정을 한 번 더 반복하였다. 무기질 분석용 시험용액은 테프론 분해기의 질산이 1 mL 정도가 되었을 때 분해를 종료하고 2% (v/v) 질산 용액으로 재용해한 다음, 여과 및 정용(100 mL)하여 제조하였다.

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

Raw fish		Manufactured goods			Sample code
Fish species	Origin of raw material	Location	Weight (g)	Price (won/bottle)	
Alaska pollock	Imported (Russia)	Sokcho	500	10,000	APS-1
			500	8,900	APS-2
Anchovy	Domestic	Sokcho	500	8,900	AS
Black edged sculpin	Domestic	Yeongdeok	500	7,900	BESS
			500	12,000	FS-1
Flounder	Domestic	Sokcho	500	8,900	FS-2
			500	11,900	FS-3
		Yeongdeok	500	7,900	FS-4
			Samcheok	1,000	17,000
Sandfish	Domestic	Sokcho	500	10,000	SS

무기질의 분석은 다량 무기질(칼슘, 인, 칼륨, 마그네슘)의 경우 ICP-OES (ELAN DRC II; PerkinElmer, Santa Clara, CA, USA)에, 미량 무기질(철)의 경우 ICP-MS (Nexion 350D; Perkin Elmer)에 전처리 용액(50 µL)을 주입한 다음 식품공전(MFDS, 2022)에 제시되어있는 조건(carrier gas, argon; RF power, 1,300 w; plasma gas flow, 10 L/min; auxiliary gas flow, 0.2 L/min; pump flow, 1.0 mL/min; pump speed, 100 rpm; nebulizer gas flow, 0.55 L/min)에 따라 실시하였다.

지방산 조성

지방산 분석용 시료유는 검체를 시판 식해 전체로 하고, 추출 용매를 chloroform-methanol (2:1, v/v) 혼합용액을 사용하는 Bligh and Dyer (1959)법으로 추출하여 사용하였다.

지방산 조성은 추출한 총지질의 일정량을 이용하여 AOCS (1998)법에 따라 지방산 메틸에스테르화한 후에 capillary column (Supelcowax 10 fused silica wall-coated open tubular column, 30 m×0.25 mm I.d.; Supelco Japan Ltd., Tokyo, Japan)이 장착된 gas chromatography (GC-2010 Pro; Shimadzu Seisakusho, Co, Ltd., Kyoto, Japan)을 이용하여 분석하였다. 이때 총지질의 지방산 메틸에스테르는 14% BF₃-Methanol 용액을 이용하여 제조하였다. 그리고 시료 주입구(injector) 및 flame ionization (FI) 검출기(detector) 온도는 250°C로 하였으며, 컬럼오븐(column oven) 온도는 180°C에서 8분간 유지한 후 3°C/min으로 230°C까지 승온시킨 다음 15분간 유지하였다. Carrier gas는 He (54.0 mL/min)을 사용하고, split ratio는 1:50으로 하였다. 분석된 지방산은 시료의 경우와 동일한 조건에서 분석한 표준품(Supelco 37 Component FAME Mix.; Sigma-Aldrich Korea, Seoul, Korea)의 머무름 시간(retention time)과 비교하여 동정하고, 표준품이 없는 지방산의 경우는 문헌상 (Ackman, 1986)의 equivalent chain length (ECL)과 비교하여 동정하였다. 내부 표준품으로는 methyl tricosanoate (99%; Sigma-Aldrich Korea)를 사용하였다.

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

일반성분 함량

시판 식해 10종[명태 식해(APS-1 및 2), 멸치 식해(AS), 횡대 식해(BESS), 가자미 식해(FS-1, 2, 3, 4 및 5), 도루묵 식해(SS)]의 100 g 당 일반성분 함량은 Table 2와 같다. 시판 식해 10종의 100 g 당 수분 함량은 평균이 69.2±2.5 g, 범위가 65.0-74.4 g이

었다. 시판 식해 10종 간의 100 g 당 수분 함량은 SS가 74.4 g으로 가장 높았고, 다음으로 FS-1 (70.4 g), FS-2 (70.2 g), APS-1 (69.8 g), FS-5 (69.5 g), FS-4 (69.1 g), FS-3 (68.9 g), BESS (68.6 g), APS-2 (66.5 g)의 순이었고, AS가 65.0 g으로 가장 낮았다. 하지만 시판 식해 10종의 수분 함량 중 FS-1과 FS-2 그룹, APS-1과 FS-2 그룹, APS-1과 FS-5 그룹, FS-4와 FS-5 그룹, FS-3과 FS-4 그룹, APS-2와 BESS 그룹의 경우 각각 그룹 간에 유의적인 차이는 없었다(P>0.05). 원료어 중심으로 분류한 시판 식해 제품 5종(명태 식해, 멸치 식해, 횡대 식해, 가자미 식해 및 도루묵 식해)의 수분 함량은 도루묵 식해가 74.4 g으로 가장 높았고, 다음으로 가자미 식해(69.6 g), 횡대 식해(68.6 g), 명태 식해(68.2 g) 및 멸치 식해(65.0 g)의 순이었으나, 가자미 식해, 명태 식해 및 횡대 식해의 경우 유의적인 차이가 없었다 (P>0.05). 한편, 시판 식해의 수분 함량은 제품의 종류에 관계없이 원료어(100 g 당 참가자미 78.6 g, 명태 80.3 g, 도루묵 77.7 g, 멸치 73.4 g) (Kim et al., 2018)에 비하여 낮았는데, 이는 식해 제조 공정 중 가수공정이 없으며, 원료어의 염지와 동시에 첨가한 식염의 영향으로 자유수가 결합수로 전환되었기 때문이라 판단되었다(Kim and Kang, 2021).

시판 식해 100 g 당 10종의 조단백질 함량은 평균이 12.7±3.8 g, 범위가 6.8-17.2 g이었다. 시판 식해 10종의 100 g 당 조단

Table 2. Proximate composition of commercial Sik-hae

Sample code ¹	Proximate composition (g/100 g)				
	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Ash	
APS	-1	69.8±0.1 ^{cd2}	17.2±0.0 ^a	3.1±0.4 ^f	4.8±0.1 ^e
	-2	66.5±0.5 ^g	15.8±0.0 ^{bc}	5.5±0.6 ^b	6.0±0.0 ^c
	Range	66.5-69.8	15.8-17.2	3.1-5.5	4.8-6.0
	Mean	68.2±2.3 ^B	16.5±1.0 ^A	4.3±1.7 ^B	5.4±0.8 ^C
AS	65.0±0.3 ^{hc}	12.9±0.0 ^{eb}	6.4±0.3 ^{aA}	8.9±0.5 ^{aA}	
BESS	68.6±0.5 ^{gB}	6.8±0.1 ^{hc}	3.6±0.1 ^{deB}	6.9±0.5 ^{bB}	
FS	-1	70.4±0.3 ^b	16.0±0.0 ^b	4.2±0.3 ^{ode}	5.7±0.3 ^c
	-2	70.2±0.5 ^{bc}	8.8±0.1 ^f	4.0±0.2 ^{de}	5.1±0.1 ^{de}
	-3	68.9±0.1 ^f	15.6±0.1 ^c	4.9±0.6 ^{bc}	5.5±0.1 ^{cd}
	-4	69.1±0.4 ^{ef}	7.5±0.4 ^g	4.1±0.1 ^{ode}	5.7±0.0 ^c
	-5	69.5±0.1 ^{de}	13.5±0.1 ^d	3.4±0.7 ^{ef}	6.8±0.7 ^b
Range	68.9-70.4	7.5-16.0	3.4-4.9	5.1-6.8	
Mean	69.6±0.7 ^B	12.3±3.9 ^B	4.1±0.5 ^B	5.8±0.6 ^C	
SS	74.4±0.3 ^{aA}	12.8±0.0 ^{eb}	4.4±0.8 ^{cdB}	5.0±0.1 ^{deC}	
Total range	65.0-74.4	6.8-17.2	3.1-6.4	4.8-8.9	
Total mean	69.2±2.5	12.7±3.8	4.4±1.0	6.0±1.2	

¹Sample codes (APS, AS, BESS, FS, and SS) are the same as explained in Table 1. ²The different letters (small letters or capital letters) on the data in the column indicate significant differences at P<0.05.

백질 함량은 APS-1이 17.2 g으로 가장 높았고, 다음으로 FS-1 (16.0 g), APS-2 (15.8 g), FS-3 (15.6 g), FS-5 (13.5 g), AS (12.9 g), SS (12.8 g), FS-2 (8.8 g), FS-4 (7.5 g)의 순이었으며, BESS가 6.8 g으로 가장 낮았다. 하지만 시판 식해 10종의 조단백질 함량 중 APS-2, FS-1 그룹, APS-2와 FS-3 그룹, AS와 SS 그룹의 경우 각각 그룹 간에 유의적인 차이는 없었다($P>0.05$).

원료어 중심으로 분류한 시판 식해 제품 5종의 100 g 당 조단백질 함량은 명태 식해가 16.5 g으로 가장 높았고, 다음으로 멸치 식해(12.9 g), 도루묵 식해(12.8 g), 가자미 식해(12.3 g)의 순이었으며, 횡대 식해가 6.8 g으로 가장 낮았으나, 멸치 식해, 가자미 식해, 도루묵 식해의 경우 유의적인 차이가 없었다($P>0.05$). 한편, 시판 식해의 조단백질 함량은 제품의 종류에 관계없이 원료어(100 g 당 참가자미가 19.4 g, 명태가 17.5 g, 도루묵이 16.0 g, 멸치가 17.7 g) (Kim et al., 2018)에 비하여 낮았는데 이는 기타 곡류를 비롯한 첨가물의 종류 및 배합비에 의한 영향이라 판단되었다. 시판 식해 100 g 당 10종의 조지방 함량은 평균이 4.4 ± 1.0 g, 범위가 3.1–6.4 g이었다. 시판 식해 10종의 100 g 당 조지방 함량은 AS가 6.4 g으로 가장 높았고, 다음으로 APS-2 (5.5 g), FS-3 (4.9 g), SS (4.4 g), FS-1 (4.2 g), FS-4 (4.1 g), FS-2 (4.0 g), BESS (3.6 g), FS-5 (3.4 g)의 순이었으며, APS-1이 3.1 g으로 가장 낮았다.

하지만 시판 식해 10종의 조지방 함량 중 APS-2와 FS-3 그룹, FS-1, FS-3, FS-4와 SS 그룹, BESS, FS-1, FS-2, FS-4와 SS 그룹, BESS, FS-1, FS-2, FS-4와 FS-5 그룹, APS-1, BESS와 FS-5 그룹의 경우 각각 그룹 간에 유의적인 차이는 없었다($P>0.05$). 원료어 중심으로 분류한 시판 식해 제품 5종의 100 g 당 조지방 함량은 멸치 식해가 6.4 g으로 유의적으로 가장 높았으나($P<0.05$), 나머지 4종 식해의 경우 유의적인 차이가 없었다($P>0.05$). 이상의 시판 식해 10종의 100 g 당 조지방 함량에 대한 결과도 원료어의 지질 함량(원료어 100 g 당 참가자미가 0.2 g, 명태가 0.7 g, 도루묵이 4.6 g, 멸치가 5.4 g) (Kim et al., 2018) 외에 참깨와 같은 곡류를 비롯한 첨가물의 배합비에 의한 영향도 컸으리라 판단되었다.

시판 식해 10종의 100 g 당 회분 함량은 평균이 6.0 ± 1.2 g, 범위가 4.8–8.9 g이었다. 시판 식해 10종의 100 g 당 회분 함량은 AS가 8.9 g으로 가장 높았고, 다음으로 BESS (6.9 g), FS-5 (6.8 g), APS-2 (6.0 g), FS-1과 4 (모두 5.7 g), FS-3 (5.5 g), FS-2 (5.1 g), SS (5.0 g)의 순이었으며, APS-1이 4.8 g으로 가장 낮았다. 하지만 시판 식해 10종의 회분 함량 중 BESS, FS-5 그룹, APS-2, FS-1, FS-3과 FS-4 그룹, FS-2, FS-3과 SS 그룹, APS-1, FS-2, SS 그룹의 경우 각각 그룹 간에 유의적인 차이는 없었다($P>0.05$).

원료어 중심으로 분류한 시판 식해 제품 5종의 100 g 당 회분 함량은 멸치 식해가 8.9 g으로 유의적으로 가장 높았고, 다음으로 횡대 식해(6.9 g)의 순으로 유의적 차이는 있었으나($P<0.05$), 나머지 시판 식해 3종(가자미 식해, 명태 식해 및 도

루묵 식해)의 경우 유의적인 차이가 없었다($P>0.05$). 한편, Lee et al. (2013)은 시판 조미 명게 젓갈의 식품학적 품질 특성을 조사하는 연구에서 조미 명게 8종의 조회분 함량은 3.5–6.3% 범위이었으며, 이는 제조 공정 중에 첨가한 식염의 영향이라고 보고한 바 있다. 이와 같이 시판 식해 10종의 100 g 당 회분 함량에 대한 차이는 첨가한 가염량, 원료어의 회분 함량, 뼈의 혼합 유무 등에 의한 영향도 컸으리라 판단되었다.

이상의 시판 식해 10종의 일반성분 함량에 대한 결과로 미루어 보아 시판 식해의 일반 성분 함량은 원료어의 일반성분 함량은 물론이고, 가염량, 첨가물의 배합비, 뼈의 함유 유무 등에 의한 영향이 컸다고 판단되었다.

식염 함량

시판 식해 10종[명태 식해(APS-1 및 2), 멸치 식해(AS), 횡대 식해(BESS), 가자미 식해(FS-1, 2, 3, 4 및 5), 도루묵 식해(SS)]의 100 g 당 염도는 Fig. 1과 같다. 시판 식해 10종의 100 g 당 염도는 평균이 4.3 ± 1.1 g, 범위가 3.0–6.7 g이었다. 시판 식해 10종의 100 g 당 염도는 AS가 6.7 g으로 가장 높았고, 다음으로 APS-2 (5.2 g), BESS (4.7 g), FS-5 (4.6 g), APS-1 (4.1 g), FS-1 및 FS-4 (모두 3.8 g), FS-3 (3.6 g), SS (3.2 g)의 순이었고, FS-2가 3.0 g으로 가장 낮았다.

하지만, BESS와 FS-5 그룹, APS-1, FS-1과 FS-4 그룹, FS-1, FS-3과 FS-4 그룹, FS-3과 SS 그룹, FS-2와 SS 그룹의 경우 각각 그룹 간에 유의적인 차이는 없었다($P>0.05$). 원료어 중심으로 분류한 시판 식해 제품 5종(명태 식해, 멸치 식해, 횡대 식해, 가자미 식해 및 도루묵 식해)의 100 g 당 염도는 멸치 식해가 6.7 g으로 가장 높았고, 다음으로 명태 식해와 횡대 식해(모두 4.7 g), 가자미 식해(3.8 g)의 순이었으며, 도루묵 식해가 3.2 g으로 가장 낮았다($P<0.05$). 한편, Heu et al. (1995)은 단백질 분해효소의 작용에 관한 연구에서 멸치의 육과 내장은 단백질 분해능이 강한 chymotrypsin과 trypsin 등과 같은 효소가 다량 함유되어 있다고 보고한 바 있다. 이와 같이 멸치 식해의 염도가 나머지 식해의 염도에 비하여 높은 것은 멸치의 높은 효소활성을 억제하기 위하여 첨가한 식염 때문이라 판단되었다(Lee, 2012). 또한, Kim et al. (1994)은 강원도 강릉지방의 오징어 식해 개발을 위한 연구에서 오징어 식해의 염도는 숙성기간에 관계없이 3.2–3.6% 범위를 유지하였다고 보고한 바 있다. 시판 식해 10종의 염도에 대한 결과로 미루어 보아 시판 식해의 염도는 식해 유사 수산 전통발효식품의 하나인 액젓의 염도인 약 25% (Kim et al., 2000a)에 비하여 확연히 낮아, 현대인들의 수산물 거부 요인 중의 하나인 고염도를 탈피한다는 점에서 상당히 의미가 있다고 판단되었고, Kim et al. (1994)의 오징어 식해 염도에 대한 결과로 미루어 보아 염도가 높은 명태 식해(2종 모두), 멸치 식해, 횡대 식해, 가자미 식해(FS-1, FS-3, FS-4 및 FS-5)와 같은 8종의 제조 시 약간 더 저염화가 가능할 것으로 판단되었다.

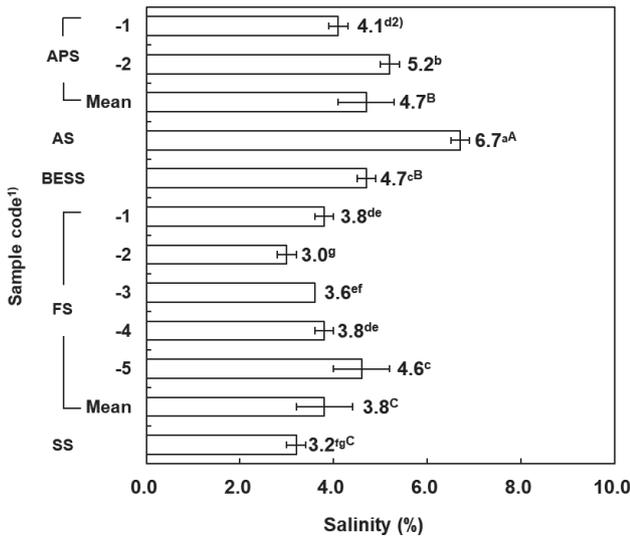


Fig. 1. Salinity of commercial Sik-hae. ¹Sample codes (APS, AS, BESS, FS, and SS) are the same as explained in Table 1. ²The different letters (small letters or capital letters) on the bar in the column indicate significant differences at $P < 0.05$.

한편, 식해의 회분과 염도의 차이는 명태 식해가 나머지 어류 식해에 비하여 낮았는데, 이는 갈슘과 인의 주성분인 apatite [$Ca_5(PO_4)_3(F,Cl,OH)$] (Kim et al., 2000b)와 콜라겐으로 구성된 어류뼈의 첨가 유무 때문이라 판단되었다. 따라서 갈슘 섭취의 의미에서는 회분과 염도의 차이가 작은 명태 식해보다는 회분과 염도의 차이가 큰 4종의 원료어(멸치, 횡대, 가자미 및 도루묵)로 제조한 식해가 더 의미가 있을 것으로 판단되었다.

총 아미노산 함량 및 조성

시판 식해 10종[명태 식해(APS-1 및 2), 멸치 식해(AS), 횡대 식해(BESS), 가자미 식해(FS-1, 2, 3, 4 및 5), 도루묵 식해(SS)]의 총 아미노산 함량은 Table 3과 같다. 시판 식해 10종의 총 아미노산은 제품의 종류에 관계없이 모두 16종이 동정되었다. 시판 식해 10종의 100 g 당 총아미노산 함량의 범위는 5.65–16.32 g, 평균은 11.69 ± 3.76 g이었다. 시판 식해 10종의 100 g 당 총 아미노산 함량은 APS-1이 16.32 g으로 가장 높았고, 다음으로 APS-2 (15.38 g), FS-3 (14.56 g), FS-1 (14.52 g), FS-5 (12.28 g), SS (12.04 g), AS(11.54 g), FS-2 (8.09 g), FS-4 (6.60 g) 등의 순이었으며, BESS가 5.65 g으로 가장 낮았다.

원료어 중심으로 분류한 시판 식해 제품 5종(명태 식해, 멸치 식해, 횡대 식해, 가자미 식해 및 도루묵 식해)의 100 g 당 총 아미노산 함량은 명태 식해가 15.88 g으로 가장 높았고, 다음으로 도루묵 식해 (12.04 g), 멸치 식해 (11.54 g), 가자미 식해 (11.20 g), 횡대 식해 (5.65 g)의 순이었다. 시판 가자미 식해 5종 간의 100 g 당 총 아미노산 함량은 범위가 6.60–14.56 g, 평균은 11.20 ± 3.68 g이었고, FS-3 및 FS-1이 각각 14.56 및 14.52

g으로 다소 높았고, 다음으로 FS-5 (12.28 g) 및 FS-2 (8.09 g)의 순이었으며, FS-4가 6.60 g으로 가장 낮았다. 명태 식해 2종의 100 g 당 총아미노산 함량은 APS-1이 16.32 g으로 APS-2의 15.38 g에 비하여 높았다. 시판 식해 10종의 단백질을 구성하는 아미노산 중 주요 아미노산(전체 아미노산의 10% 이상)은 제품의 종류에 관계없이 모두 aspartic acid와 glutamic acid이었다.

한편, 시판 식해 10종의 100 g 당 분석된 필수아미노산 9종의 총 함량 및 전체 아미노산에 대한 조성은 각각 2.43–8.00 g 및 42.8–49.4% 범위들로 전체 아미노산의 절반에 약간 못 미치는 수준이었다. 시판 식해 10종의 필수아미노산 함량들로 미루어 보아 제한아미노산은 분석되지 않은 tryptophan을 제외한다면 AS 및 FS-2의 경우 methionine, APS (2종 모두), FS-1, FS-5, SS의 경우 histidine, BESS, FS-3 및 FS-4의 경우 methionine 및 histidine이었다. 또한, lysine은 곡류 제1제한 아미노산으로 알려져있다(Yoon et al., 2010).

시판 식해 10종의 100 g 당의 곡류 제1제한 아미노산인 lysine의 함량과 조성은 각각 0.34–1.58 g 범위 및 6.0–9.7% 범위로 제품 간에 차이가 있었다. 원료어에 따른 시판 가자미 식해 5종 간 100 g 당의 lysine의 함량 및 조성은 각각 0.42–1.27 g 범위 및 6.4–8.7% 범위로, 제품 간에 조성은 유사하였으나 함량에 있어서는 차이가 컸다. 시판 명태 식해 2종의 100 g 당 lysine 함량은 각각 1.58 g과 1.44 g, 조성은 각각 9.7% 및 9.3%로, 시판 가자미 식해와는 달리 함량과 조성이 유사하였다. 시판 가자미 식해와 명태 식해를 제외한 나머지 시판 식해 3종의 lysine 함량은 0.34–1.06 g 범위, 조성은 6.0–8.8% 범위를 나타내었다. 이와 같은 시판 식해 10종에 대한 곡류 제1제한 아미노산의 함량과 조성으로 미루어 보아 곡류를 주식으로 하는 우리나라 사람들을 위시한 동양권 사람들이 밥과 함께 부식으로 섭취하는 경우 영양 균형적인 면에서 의미가 있다고 판단되었다. 이와 같은 시판 식해의 종류에 따른 총아미노산의 함량과 조성의 차이는 원료어 종에 의한 차이는 물론이고, 어류와 첨가물의 배합비 차이 때문이라 판단되었다.

지방산 조성

시판 식해 10종[명태 식해(APS-1 및 2), 멸치 식해(AS), 횡대 식해(BESS), 가자미 식해(FS-1, 2, 3, 4 및 5), 도루묵 식해(SS)]의 지방산 조성은 Table 4와 같다. 시판 식해의 동정된 지방산 수는 시판 명태 식해의 경우 21–24종 범위(APS-1가 21종, APS-2가 24종), 가자미 식해의 경우 26–29종 범위(FS-2 및 FS-3이 모두 29종, FS-5가 27종, FS-1 및 FS-4가 26종), AS의 경우 28종, BESS의 경우 25종, SS의 경우 27종이었다. 이와 같은 시판 식해 10종과 동일 원료어로 제조한 식해 간의 동정된 지방산의 수에서 차이가 있는 것은 원료어의 차이와 기타 첨가물의 종류 및 함량에 따른 15:0, 20:0, 16:1n-5, 20:1n-7, 22:1n-9, 22:1n-7, 16:2n-4, 18:3n-6, 18:3n-4, 20:3n-3, 20:4n-3의 검출 유무에 의한 영향이라 판단되었다. 시판 식해의 지방산 조성

Table 3. Total amino acid (TAA) contents of commercial Sik-hae

Amino acid (g/100 g)	APS ³			AS	BESS	FS					SS		
	-1	-2	Mean			-1	-2	-3	-4	-5		Mean	
EAA ¹	Thr	0.77 (4.7)	0.74 (4.8)	0.76±0.02 (4.8)	0.52 (4.5)	0.24 (4.2)	0.70 (4.8)	0.35 (4.3)	0.68 (4.7)	0.28 (4.2)	0.54 (4.4)	0.51±0.19 (4.6)	0.60 (5.0)
	Met	0.47 (2.9)	0.43 (2.8)	0.45±0.03 (2.8)	0.30 (2.6)	0.12 (2.1)	0.36 (2.5)	0.16 (2.0)	0.34 (2.3)	0.15 (2.3)	0.28 (2.3)	0.26±0.10 (2.3)	0.33 (2.7)
	Ile	0.82 (5.0)	0.80 (5.2)	0.81±0.01 (5.1)	0.55 (4.8)	0.25 (4.4)	0.70 (4.8)	0.34 (4.2)	0.68 (4.7)	0.29 (4.4)	0.51 (4.2)	0.50±0.19 (4.5)	0.57 (4.7)
	Leu	1.42 (8.7)	1.34 (8.7)	1.38±0.06 (8.7)	0.88 (7.6)	0.44 (7.8)	1.26 (8.7)	0.62 (7.7)	1.18 (8.1)	0.52 (7.9)	0.96 (7.8)	0.91±0.33 (8.1)	0.95 (7.9)
	Val	0.95 (5.8)	0.86 (5.6)	0.91±0.06 (5.7)	0.62 (5.4)	0.34 (6.0)	0.78 (5.4)	0.45 (5.6)	0.77 (5.3)	0.38 (5.8)	0.63 (5.1)	0.60±0.18 (5.4)	0.65 (5.4)
	Phe	0.72 (4.4)	0.69 (4.5)	0.71±0.02 (4.5)	0.51 (4.4)	0.28 (5.0)	0.67 (4.6)	0.35 (4.3)	0.61 (4.2)	0.31 (4.7)	0.55 (4.5)	0.50±0.16 (4.4)	0.55 (4.6)
	His	0.37 (2.3)	0.36 (2.4)	0.37±0.01 (2.3)	0.38 (3.3)	0.12 (2.1)	0.32 (2.2)	0.17 (2.1)	0.34 (2.3)	0.15 (2.3)	0.27 (2.2)	0.25±0.09 (2.2)	0.26 (2.2)
	Lys	1.58 (9.7)	1.44 (9.3)	1.51±0.10 (9.5)	0.90 (7.8)	0.34 (6.0)	1.26 (8.7)	0.63 (7.8)	1.27 (8.7)	0.42 (6.4)	0.98 (8.0)	0.91±0.38 (8.1)	1.06 (8.8)
	Arg	0.90 (5.5)	0.95 (6.1)	0.93±0.04 (5.9)	0.62 (5.4)	0.30 (5.3)	0.78 (5.4)	0.39 (4.8)	0.76 (5.2)	0.40 (6.1)	0.60 (4.9)	0.59±0.19 (5.2)	0.68 (5.6)
	Total	8.00 (49.0)	7.61 (49.4)	7.83±0.35 (49.3)	5.28 (45.8)	2.43 (42.9)	6.83 (47.0)	3.46 (42.8)	6.63 (45.5)	2.90 (44.1)	5.32 (43.4)	5.03±1.79 (44.8)	5.65 (46.9)
Non-EAA ²	Asp	1.65 (10.1)	1.78 (11.6)	1.72±0.09 (10.8)	1.12 (9.7)	0.72 (12.7)	1.47 (10.1)	0.75 (9.3)	1.59 (10.9)	0.77 (11.7)	1.32 (10.7)	1.18±0.40 (10.5)	1.23 (10.2)
	Ser	0.70 (4.3)	0.69 (4.5)	0.70±0.01 (4.4)	0.45 (3.9)	0.28 (5.0)	0.67 (4.6)	0.35 (4.3)	0.67 (4.6)	0.33 (5.0)	0.59 (4.8)	0.52±0.17 (4.7)	0.56 (4.7)
	Glu	2.90 (17.8)	2.66 (17.3)	2.78±0.17 (17.5)	2.11 (18.3)	1.04 (18.4)	2.56 (17.6)	1.78 (22.0)	2.78 (19.1)	1.12 (17.0)	2.02 (16.4)	2.05±0.66 (18.3)	1.95 (16.2)
	Pro	0.82 (5.0)	0.76 (4.9)	0.79±0.04 (5.0)	0.73 (6.3)	0.44 (7.8)	0.77 (5.3)	0.65 (8.0)	0.84 (5.8)	0.54 (8.2)	0.97 (7.9)	0.75±0.17 (6.7)	0.73 (6.1)
	Gly	0.82 (5.0)	0.70 (4.6)	0.76±0.08 (4.8)	0.97 (8.4)	0.28 (5.0)	0.90 (6.2)	0.45 (5.6)	0.87 (6.0)	0.40 (6.1)	0.93 (7.6)	0.71±0.26 (6.3)	0.79 (6.6)
	Ala	1.11 (6.8)	0.93 (6.1)	1.02±0.13 (6.4)	0.69 (6.0)	0.37 (6.5)	1.04 (7.2)	0.55 (6.8)	0.95 (6.5)	0.41 (6.2)	0.95 (7.7)	0.78±0.28 (7.0)	0.90 (7.5)
	Tyr	0.32 (2.0)	0.25 (1.6)	0.28±0.05 (1.8)	0.19 (1.6)	0.09 (1.6)	0.28 (1.9)	0.10 (1.2)	0.23 (1.6)	0.13 (2.0)	0.18 (1.5)	0.18±0.07 (1.6)	0.23 (1.9)
	Total	8.32 (51.0)	7.77 (50.6)	8.05±0.39 (50.7)	6.26 (54.2)	3.22 (57.0)	7.69 (53.0)	4.63 (57.2)	7.93 (54.5)	3.70 (56.2)	6.96 (56.6)	6.17±1.90 (55.1)	6.39 (53.2)
Total	16.32 (100.0)	15.38 (100.0)	15.88±0.66 (100.0)	11.54 (100.0)	5.65 (99.9)	14.52 (100.0)	8.09 (100.0)	14.56 (100.0)	6.60 (100.3)	12.28 (100.0)	11.20±3.68 (99.9)	12.04 (100.1)	

¹EAA, Essential amino acid. ²N-EAA, Non-essential amino acid. ³Sample codes (APS, AS, BESS, FS, and SS) are the same as explained in Table 1.

중 폴리엔산(polyenes)은 명태 식해의 경우 63.2-70.7% 범위 (APS-1이 63.2%, APS-2가 70.7%), AS의 경우 38.7%, BESS의 경우 67.5%, 가자미 식해의 경우 42.8-53.5% 범위(FS-1이 51.0%, FS-2가 47.1%, FS-3이 44.0%, FS-4가 53.5% 및 FS-5가 42.8%), SS의 경우 35.6%로, 식해 10종 중 SS를 제외한 나머지 9종의 식해가 모두 가장 높았다. 시판 식해 10종의 주요 지

방산(10% 이상 함유 지방산)은 palmitic acid (16:0; 식해 10종 모두), oleic acid (18:1n-9; 가자미 식해 5종, SS, AS 및 BESS와 같은 8종), linoleic acid (18:2n-6; AS를 제외한 식해 9종), eicosapentaenoic acid (EPA, 20:5n-3; FS-4를 제외한 가자미 식해 4종) 및 docosahexaenoic acid (DHA, 22:6; APS-1, AS, FS-3와 같은 3종) 등 이었다. 이와 같이 식해의 종류 간에 지방

산 조성에 있어 차이가 있는 것은 원료어의 종류, 어획 시기, 어획 장소 및 저장 기간과 같은 원료어의 상태, 첨가물의 종류 및 조성 등과 제조 조건, 저장 또는 유통 방법과 저장 또는 유통 시기 등과 같은 저장 조건에 의한 차이 때문이라 판단되었다. 한편, 대표적인 오메가-3 지방산인 EPA와 DHA는 태아의 발달, 심혈관 질병과 알츠하이머 질병 예방에 의한 건강한 노후를 위한 필수적인 성분으로 알려져 있다(Swanson et al., 2012). 시판

식해 10종의 EPA, DHA와 같은 장쇄고도불포화지방산의 조성은 FS-1의 경우 각각 10.6% 및 8.3%, FS-2의 경우 각각 10.5% 및 7.4%, FS-3의 경우 각각 12.7% 및 10.5%, FS-4의 경우 각각 4.8% 및 4.1%, FS-5의 경우 각각 12.7% 및 8.6%, APS-1의 경우 각각 8.7% 및 11.4%, APS-2의 경우 각각 3.7% 및 4.8%, AS의 경우 각각 8.1% 및 17.7%, BESS의 경우 모두 1.1%, SS의 경우 각각 9.9% 및 8.5%이었다. 따라서, 적정량 섭취하였을

Table 4. Fatty acid composition (area %) of commercial Sik-hae

Fatty acid	APS ¹		AS	BESS	FS					SS
	-1	-2			-1	-2	-3	-4	-5	
12:0	1.1	0.9	1.4	0.7	1.0	3.0	1.0	1.3	0.8	2.7
14:0	1.2	0.8	7.8	1.1	2.7	3.7	3.4	2.2	4.1	2.6
15:0	-	-	0.7	-	0.3	0.3	0.4	0.2	0.4	0.3
16:0	17.1	12.6	20.8	14.8	15.0	16.3	17.0	17.2	16.5	16.6
18:0	2.3	2.0	3.5	1.8	2.0	2.1	2.1	2.0	1.8	1.9
20:0	-	0.2	0.3	0.3	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1
22:0	0.3	0.2	0.3	0.2	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.5
24:0	0.8	0.2	1.1	0.1	1.2	1.1	1.7	0.8	1.2	0.5
Saturated	22.8	16.9	35.9	19.0	22.4	26.9	26.0	24.2	25.2	25.2
16:1n-9	0.7	0.2	2.2	0.4	2.2	1.5	3.1	-	2.4	2.4
16:1n-7	1.4	0.6	5.2	0.2	6.5	6.7	8.4	5.6	8.3	7.3
16:1n-5	-	0.1	0.3	0.1	0.2	0.1	0.3	0.3	0.4	0.1
18:1n-9	8.2	9.4	14.1	10.6	12.1	12.2	11.8	11.4	13.3	20.6
18:1n-7	1.8	1.4	1.3	1.8	4.5	4.5	5.3	3.8	5.3	5.2
20:1n-9	1.3	0.4	1.7	0.2	1.0	0.7	0.7	1.0	1.2	1.7
20:1n-7	-	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.7	-
22:1n-9	0.6	0.1	0.2	0.1	-	0.2	0.3	0.1	0.4	1.6
22:1n-7	-	-	0.2	-	-	-	-	-	-	0.3
Monoenes	14.0	12.4	25.4	13.5	26.6	26.0	30	22.3	32.0	39.2
16:2n-4	-	-	-	0.1	0.2	0.2	0.9	0.8	-	-
18:2n-6	41.0	59.9	6.5	59.9	26.2	22.9	13.6	39.8	14.6	11.6
18:3n-6	-	-	0.1	-	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1
18:3n-4	0.4	-	-	0.6	-	0.2	0.2	0.2	-	-
18:3n-3	1.2	1.6	2.0	3.4	1.9	2.0	1.6	2.3	1.9	1.4
18:4n-3	0.1	0.1	2.6	0.1	1.6	1.8	1.6	0.4	2.3	1.4
20:2n-6	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2
20:3n-3	0.1	0.2	0.7	0.2	0.3	0.2	0.2	-	0.3	1.7
20:4n-6	-	-	0.1	-	1.4	1.0	1.6	0.6	1.3	0.1
20:4n-3	-	0.1	0.5	-	-	0.4	0.4	-	0.5	0.5
20:5n-3	8.7	3.7	8.1	1.1	10.6	10.5	12.7	4.8	12.7	9.9
22:5n-3	0.2	0.2	0.2	0.9	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
22:6n-3	11.4	4.8	17.7	1.1	8.3	7.4	10.5	4.1	8.6	8.5
Polyenes	63.2	70.7	38.7	67.5	51.0	47.1	44.0	53.5	42.8	35.6

¹Sample codes (APS, AS, BESS, FS, and SS) are the same as explained in Table 1.

때 EPA 및 DHA에 의한 건강 가능성이 기대되는 시판 식해는 APS-1, AS, FS-1, FS-2, FS-3, FS-5 및 SS와 같은 7종이었다.

무기질 함량

무기질은 바다에서 서식하는 수산물에 다양한 종류와 높은 함량이 함유되어 있다(Mok et al., 2008). 이러한 일면에서 중골을 포함하고 있는 어류에 곡류 등과 같은 부원료를 첨가하여 발효시킨 시판 식해 10종[명태 식해(APS-1 및 2), 멸치 식해(AS), 횡대 식해(BESS), 가자미 식해(FS-1, 2, 3, 4 및 5), 도루묵 식해(SS)]의 무기질 함량을 살펴볼 목적으로 칼슘, 인, 칼륨, 마그네슘 및 철 등을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 시판 식해 10종의 100 g 당 칼슘 함량은 범위가 38.3–495.8 mg, 평균이 170.5±143.9 mg으로 범위가 넓었고, 편차가 컸다. 시판 식해 10종 간 100 g 당 칼슘 함량은 AS가 495.8 mg으로 가장 높았고, 다음으로 FS-3 (327.9 mg), FS-2 (208.7 mg), SS (179.2 mg), FS-1 (134.0 mg), FS-5 (121.4 mg), BESS (85.2 mg), FS-4 (67.2 mg), APS-2 (47.3 mg)의 순이었으며, APS-1이 38.3 mg으로 가장 낮았다. 원료어 중심으로 분류한 시판 식해 제품 5종(명태 식해, 멸치 식해, 횡대 식해, 가자미 식해 및 도루묵 식해)의 100 g 당 칼슘 함량은 멸치 식해가 495.8 mg으로 가장 높았고, 다음으로 도루묵 식해(179.2 mg), 가자미 식해(171.8 mg), 횡대 식해(85.2 mg)의 순이었으며, 명태 식해가 42.8 mg으로 가장 낮았다. 동일 원료어로 제조된 시판 식해의 칼슘 함량은 가자미 식해 5종의 경우 범위가 67.2–327.9 mg, 평

균이 171.8±100.8 mg, 명태 식해 2종의 경우 범위가 38.3–47.3 mg, 평균이 42.8±6.4 mg이었다. 칼슘은 일반적으로 뼈와 근육에 주로 존재하면서 신체지지 기능, 세포 및 효소의 활성화에 의한 근육의 수축 및 이완, 신경의 흥분과 자극전달, 혈액의 응고 및 여러 가지 심혈관계 질환의 예방에 관여하고(Beto, 2015). 우리나라를 포함한 동양권 식이에서 결핍되기 쉬운 영양소(The Korean Nutrition Society, 2015) 중의 하나로 알려져 있다. 한편, 한국영양학회(The Korean Nutrition Society, 2020)에서는 칼슘에 대한 19–29세 국내 남성의 일일 권장 섭취량을 800 mg으로 제시하고 있다. 시판 식해 10종의 100 g 당 칼슘 함량은 19–29세 남자의 일일 권장 섭취량에 비하여 명태 식해의 경우 4.8–5.9% 범위(APS-1이 4.8%, APS-2가 5.9%), AS의 경우 62.0%, BESS의 경우 10.7%, 가자미 식해의 경우 8.4–41.0% 범위(FS-1이 16.8%, FS-2가 26.1%, FS-3이 41.0%, FS-4가 8.4%, FS-5가 15.2%), 도루묵 식해의 경우 22.4%이었다. 따라서, 19–29세 국내 남성이 시판 식해 100 g을 섭취하였을 때 칼슘의 건강 기능이 기대되는 것으로는 AS, BESS, 가자미 식해 4종(FS-1, FS-2, FS-3 및 FS-5) 및 SS 등과 같은 7종이었다.

시판 식해 10종의 100 g 당 인 함량은 범위가 68.4–506.0 mg, 평균이 167.1±130.7 mg이었다. 시판 식해 10종의 100 g 당 인 함량은 AS가 506.0 mg으로 가장 높았고, 다음으로 FS-3 (236.8 mg), FS-2 (190.3 mg), FS-5 (145.4 mg), SS (139.7 mg), FS-1 (137.0 mg), BESS (92.0 mg), FS-4 (82.0 mg), APS-2 (73.6 mg) 및 APS-1 (68.4 mg)의 순이었다. 원료어 중심으로 분류

Table 5. Mineral contents of commercial Sik-hae

Sample code ¹	Mineral contents (mg/100 g)					
	Ca	P	K	Mg	Fe	
APS	-1	38.3±0.4 ²	68.4±0.6 ^a	127.2±1.1 ^a	43.6±0.3 ^e	0.6±0.0
	-2	47.3±0.5 ⁱ	73.6±0.9 ^b	176.0±4.1 ^c	31.0±0.3 ^b	1.3±0.0
	Range	38.3–47.3	68.4–73.6	127.2–176.0	31.0–43.6	0.6–1.3
	Mean	42.8±6.4 ^c	71.0±3.7 ^A	151.6±34.5 ^A	37.3±8.9 ^A	1.0±0.5 ^A
AS		495.8±4.1 ^{aA}	506.0±4.1 ^D	189.7±2.7 ^{dA}	126.4±1.1 ^{iB}	2.0±0.0 ^B
BESS		85.2±0.4 ^{gC}	92.0±0.8 ^{dAB}	315.8±4.7 ^{ghB}	30.8±0.1 ^{ba}	0.6±0.0 ^A
FS	-1	134.0±0.8 ^{e2}	137.0±1.1 ^e	194.1±2.4 ^d	51.8±0.3 ^f	1.1±0.0
	-2	208.7±1.1 ^c	190.3±1.0 ^g	280.8±3.2 ^f	35.6±0.2 ^c	1.6±0.0
	-3	327.9±1.8 ^b	236.8±2.2 ^h	210.1±1.9 ^e	56.8±0.3 ^h	0.7±0.0
	-4	67.2±0.4 ^h	82.0±0.8 ^c	318.6±3.7 ^h	24.2±0.2 ^a	0.4±0.0
	-5	121.4±0.7 ^f	145.4±2.7 ^f	312.4±3.5 ^g	54.2±0.3 ^g	0.6±0.0
	Range	67.2–327.9	82.0–236.8	194.1–318.6	24.2–56.8	0.4–1.6
Mean	171.8±100.8 ^B	158.3±58.4 ^C	263.2±57.9 ^B	44.5±14.1 ^A	0.9±0.5 ^A	
SS		179.2±1.1 ^{dB}	139.7±0.3 ^{eBC}	170.5±2.4 ^{ba}	42.7±0.2 ^{dA}	1.0±0.0 ^A
Total range		38.3–495.8	68.4–506.0	127.2–318.6	24.2–126.4	0.4–2.0
Total mean		170.5±143.9	167.1±130.7	229.5±70.6	49.7±29.1	1.0±0.5

¹Sample codes (APS, AS, BESS, FS, and SS) are the same as explained in Table 1. ²The different letters (small letters or capital letters) on the data in the column indicate significant differences at P<0.05.

한 시판 식해 제품 5종의 100 g 당 인 함량은 멸치 식해가 506.0 mg으로 가장 높았고, 다음으로 가자미 식해(158.3 mg), 도루묵 식해(139.7 mg), 횡대 식해(92.0 mg)의 순이었으며, 명태 식해가 68.4 mg으로 가장 낮았다. 동일 원료어로 제조된 시판 식해의 인 함량은 가자미 식해 5종의 경우 범위가 82.0–236.8 mg, 평균이 158.3±58.4 mg이었으며, 명태 식해 2종의 경우도 범위가 68.4–73.6 mg, 평균이 71.0±3.7 mg이었다. 인은 일반적으로 뼈, 혈액, 인지질과 DNA, RNA 등의 핵산과 nucleotide 등에 분포되어 있으면서, 신체지지 기능, 신체의 에너지 발생 촉진, 뇌 신경 성분, 산-염기의 평형을 조절하는 완충 효과에 의한 정상 pH 유지 등과 같이 매우 중요한 생리 기능을 담당하고 있으나, 거의 모든 식품에 적정량이 함유되어 있어 결핍의 우려가 적은 영양소로 알려져 있다(The Korean Nutrition Society, 2015). 한편, 한국영양학회(The Korean Nutrition Society, 2020)에서는 인에 대한 19–29세 국내 남성의 일일 권장 섭취량을 700 mg으로 제시하고 있다. 시판 식해 10종의 100 g 당 인 함량은 19–29세 남자의 일일 권장 섭취량에 비하여 명태 식해의 경우 9.8–10.5% 범위(APS-1이 9.8%, APS-2가 10.5%), AS의 경우 72.3%, BESS의 경우 13.1%, 가자미 식해의 경우 11.7–33.8% 범위(FS-1이 19.6%, FS-2가 27.2%, FS-3이 33.8%, FS-4가 11.7%, FS-5가 20.8%), SS의 경우 20.0%이었다. 따라서, 19–29세 국내 남성이 시판 식해 100 g을 섭취하였을 때 인의 건강 기능이 기대되는 것으로는 명태 식해 1종(APS-2), AS, BESS, 가자미 식해 5종 모두 및 SS 등과 같은 9종이었다. 일반적으로 인은 모든 식품에 골고루 함유되어 있어, 인에 대한 섭취 부족 현상은 잘 일어나지 않는 것으로 알려져 있다.

시판 식해 10종의 100 g 당 칼륨 함량은 범위가 127.2–318.6 mg, 평균이 229.5±70.6 mg이었다. 시판 식해 10종의 100 g 당 칼륨 함량은 FS-4가 318.6 mg으로 가장 높았고, 다음으로 BESS (315.8 mg), FS-5 (312.4 mg), FS-2 (280.8 mg), FS-3 (210.1 mg), FS-1 (194.1 mg), AS (189.7 mg), APS-2 (176.0 mg), SS (170.5 mg), APS-1 (127.2 mg)의 순이었다. 원료어별 시판 식해 5종의 100 g 당 칼륨 함량은 횡대 식해가 315.8 mg으로 가장 컸고, 다음으로 가자미 식해(263.2 mg), 멸치 식해(189.7 mg), 도루묵 식해(170.5 mg)의 순이었으며, 명태 식해가 151.6 mg으로 가장 낮았다. 동일 원료어로 제조된 시판 식해의 칼륨 함량은 가자미 식해 5종의 경우 범위가 194.1–318.6 mg, 평균이 263.2±57.9 mg이었으며, 명태 식해 2종의 경우도 범위가 127.2–176.0 mg, 평균이 151.6±34.5 mg이었다. 칼륨은 대부분이 근육세포 내에 존재하면서 삼투압 및 pH의 조절, 신경 근육의 흥분성 유지, 뇨 중의 나트륨 이온의 배설을 증가시킴으로 인한 고혈압과 동맥경화증 예방에 중요한 역할을 한다고 알려져 있다(Yoshimura et al., 1991). 한편, 한국영양학회(The Korean Nutrition Society, 2020)에서는 칼륨에 대한 19–29세 국내 남성의 일일 권장 섭취량을 3,500 mg으로 제시하고 있다. 시판 식해 10종의 100 g 당 칼륨 함량은 19–29세 남자의

일일 권장 섭취량에 비하여 명태 식해의 경우 3.6–5.0% 범위(APS-1이 3.6%, APS-2가 5.0%), AS의 경우 5.4%, BESS의 경우 9.0%, 가자미 식해의 경우 5.5–9.1% 범위(FS-1이 5.5%, FS-2가 8.0%, FS-3이 6.0%, FS-4가 9.1%, FS-5가 8.9%), SS의 경우 4.9%이었다.

시판 식해 10종의 100 g 당 마그네슘 함량은 범위가 24.2–126.4 mg, 평균이 49.7±29.1 mg이었다. 시판 식해 10종의 100 g 당 마그네슘 함량은 AS가 126.4 mg으로 가장 높았고, 다음으로 FS-3 (56.8 mg), FS-5 (54.2 mg), FS-1 (51.8 mg), APS-1 (43.6 mg), SS (42.7 mg), FS-2 (35.6 mg), APS-2 (31.0 mg), BESS (30.8 mg)의 순이었으며, 가자미 식해 FS-4가 24.2 mg으로 가장 낮았다. 원료어별 시판 식해 5종의 100 g 당 마그네슘 함량은 멸치 식해가 126.4 mg으로 가장 높았고, 다음으로 가자미 식해(44.5 mg), 도루묵 식해(42.7 mg), 명태 식해(37.3 mg)의 순이었으며, 횡대 식해가 30.8 mg으로 가장 낮았다. 동일 원료어로 제조된 시판 식해 간 100 g 당 마그네슘 함량은 가자미 식해 5종의 경우 범위가 24.2–56.8 mg, 평균이 44.5±14.1 mg이었으며, 명태 식해 2의 경우 범위가 31.0–43.6 mg, 평균이 37.3±8.9 mg이었다. 마그네슘은 뼈, 세포내액 및 외액에 주로 존재하면서 근육의 긴장 및 이완, 호기적 및 혐기적 에너지 대사작용, 효소의 활성화 등에 기여하는 것으로 알려져 있다(Yoshimura et al., 1991). 한편, 한국영양학회(The Korean Nutrition Society, 2020)에서는 마그네슘에 대한 19–29세 국내 남성의 일일 권장 섭취량을 360 mg으로 제시하고 있다. 시판 식해 10종의 100 g 당 마그네슘 함량은 19–29세 남성의 일일 권장 섭취량에 비하여 명태 식해의 경우 8.6–12.1% 범위(APS-1이 12.1%, APS-2가 8.6%), AS의 경우 35.1%, BESS의 경우 8.6%, 가자미 식해의 경우 6.7–15.8% 범위(FS-1이 14.4%, FS-2가 9.9%, FS-3이 15.8%, FS-4가 6.7%, FS-5가 15.1%), SS의 경우 11.9%이었다. 따라서, 19–29세 국내 남성이 시판 식해 100 g을 섭취하였을 때 마그네슘의 건강 기능이 기대되는 것으로는 명태 식해 1종(APS-1), AS, 가자미 식해 3종(FS-1, FS-3 및 FS-5), SS 등과 같은 6종이었다.

시판 식해 10종의 100 g 당 철 함량은 범위가 0.4–2.0 mg, 평균이 1.0±0.5 mg이었다. 시판 식해 10종 간의 100 g 당 철 함량은 AS가 2.0 mg으로 가장 높았고, 다음으로 FS-2 (1.6 mg), APS-2 (1.3 mg) FS-1 (1.1 mg), SS (1.0 mg), FS-3 (0.7 mg), APS-1, BESS, FS-5 (모두 0.6 mg), FS-4 (0.4 mg)의 순이었다. 원료어별 시판 식해 5종의 100 g 당 철 함량은 멸치 식해가 2.0 mg으로 가장 높았고, 다음으로 명태 식해와 도루묵 식해(모두 1.0 mg), 가자미 식해(0.9 mg)의 순이었으며, 횡대 식해가 0.6 mg으로 가장 낮았다. 동일 원료어로 제조된 시판 식해 간 100 g 당 철 함량은 가자미 식해 5종의 경우 범위가 0.4–1.6 mg, 평균이 0.9±0.5 mg이었고, 명태 식해의 경우 범위가 0.6–1.3 mg, 평균이 1.0±0.5 mg이었다. 철은 미량 무기질로 주로 헤모글로빈이나 미오글로빈, 간, 지라 및 골수 등에 주로 분포하고, 체내 산

소의 운반과 저장, 그리고 산화적 에너지 대사에 주로 관여하는 효소인 cytochrome의 활성화에 관여하는 것으로 알려져 있으며, 생활수준이 낮은 저개발국뿐만 아니라 선진국에서도 결핍현상이 많이 발생한다(Abbaspour et al., 2014). 한편, 한국영양학회(The Korean Nutrition Society, 2020)에서는 철에 대한 19-29세 국내 남성의 일일 권장 섭취량을 10 mg으로 제시하고 있다. 시판 식해 10종의 100 g 당 철 함량은 19-29세 남성의 일일 권장 섭취량에 비하여 명태 식해의 경우 6-13% 범위(APS-1이 6%, APS-2가 13%), AS의 경우 20%, BESS의 경우 6%, 가자미 식해의 경우 4-16% 범위(FS-1이 11%, FS-2가 16%, FS-3이 7%, FS-4가 4%, FS-5가 6%), SS의 경우 10%이었다. 따라서, 19-29세 국내 남성이 시판 식해 100 g을 섭취하였을 때 철의 건강 기능이 기대되는 것으로는 명태 식해 1종(APS-2), AS, 가자미 식해 2종(FS-1 및 FS-2), SS 등과 같은 5종이었다.

이상의 결과로 미루어 보아 동일 원료어로 제조된 시판 식해 간에 무기질 함량에서 차이가 있는 것은 원료어의 뼈 함유 유무, 첨가물의 종류 및 조성비 등의 차이 때문이라 판단되었다. 또한, 무기질의 공급원으로서 시판 식해는 갈숨의 경우 AS, BESS, FS-1, FS-2, FS-3, FS-5 및 SS 같은 7종이, 인의 경우 APS-2, AS, BESS, FS-1, FS-2, FS-3, FS-4, FS-5 및 SS 같은 9종이, 마그네슘의 경우 APS-1, AS, FS-1, FS-3, FS-5 및 SS 같은 6종이, 철의 경우 APS-2, AS, FS-1, FS-2 및 SS와 같은 5종이 기대되었다.

References

- Abbaspour N, Hurrell R and Kelishadi R. 2014. Review on iron and its importance for human health. *J Res Med Sci* 19, 164-174.
- Ackman RG. 1986. WCOT (capillary) gas-liquid chromatography. In: *Analysis of Oils and Fats*. Hamilton RJ and Rossell JB, eds. Elsevier Applied Science Publishers Ltd., London and New York, U.K. and U.S.A., 137-206.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1995. *Official Methods of Analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., U.S.A., 69-74.
- AOCS (American Oil Chemists' Society). 1998. AOCS official method Ce 1b-89. In: *Official Methods and Recommended Practice of the AOCS* (5th ed). Firestone D, ed. AOCS, Champaign, IL, U.S.A.
- Beto JA. 2015. The role of calcium in human aging. *Clin Nutr Res* 4, 1-8. <http://doi.org/10.7762/cnr.2015.4.1.1>.
- Bilgh EG and Dyer WJ. 1959. A rapid method of lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol* 37, 911-917. <http://doi.org/10.1139/o59-099>.
- 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.
- Faisal M, Noor-E-Islami S, Islam MN, Kamal M and Khan MNA. 2015. Study on microbial and physical changes in fish sauce during fermentation. *Res Agric Livest Fish* 2, 375-383. <https://doi.org/10.3329/ralf.v2i2.25024>.
- Heu MS, Kim HR and Pyeun JH. 1995. Comparison of trypsin and chymotrypsin from the viscera of anchovy, *Engraulis japonica*. *Comp Biochem Physiol B Biochem Mol Biol* 112, 557-567. [http://doi.org/10.1016/0305-0491\(95\)00111-5](http://doi.org/10.1016/0305-0491(95)00111-5).
- 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.
- Kim E, Won JE, Yang SM, Kim HJ and Kim HY. 2022. Diversity of a lactic acid bacterial community during fermentation of gajami-sikhae, a traditional Korean fermented fish, as determined by matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry. *Foods* 11, 909. <http://doi.org/10.3390/foods11070909>.
- Kim JH, Ahn HJ, Kim JO, Ryu GH, Yook HS, Lee YN and Byun MW. 2000a. Sanitation and quality improvement of salted and fermented anchovy sauce by gamma irradiation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29, 1035-1041.
- Kim JS and Kang SI. 2021. *Fisheries Processing for Hands-on Workers*. Soohaksa Co., Seoul, Korea, 311-380.
- Kim JS, Yang SK and Heu MS. 2000b. Component characteristics of cooking tuna bone as a food resource. *J Korean Fish Soc* 33, 38-42.
- Kim KH. 2014. Concentration and risk assessment of heavy metal in mainly consumed fishes. M.S. Thesis, Gyeongsang National University, Tongyeong, Korea.
- Kim PH, Kim MJ, Kim JH, Lee JS, Kim KH, Kim HJ, Jeon YJ, Heu MS and Kim JS. 2014. Nutritional and physiologically active characterizations of the sea squirt *Halocynthia roretzi* Sikhae and the seasoned sea squirt. *Korean J Fish Aquat Sci* 47, 1-11. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2014.0001>.
- Kim SM, Jeong IH and Cho YJ. 1994. The effect of fermentation temperatures and periods in Kang-nung district. 1. The effect of fermentation temperatures and periods on properties of squid Sik-hae. *Korean J Fish Aquat Sci* 27, 215-222.
- Kim YG, Nam KH, Lim CW and Shim GB. 2018. *Composition Table Marine Products in Korea 2018* (8th revision). National Institute of Fisheries Science, Busan, Korea, 28-45.
- 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. *Korean J Fish Aquat Sci* 42, 569-573. <https://doi.org/10.5657/kfas.2009.42.6.569>.
- Koo OK, Lee SJ, Chung KR, Jang DJ, Yang HJ and Kwon DY. 2016. Korean traditional fermented fish products:

- Jeotgal. *J Ethn Foods* 3, 107-116. <https://doi.org/10.1016/j.jef.2016.06.004>.
- Lee CH. 1997. Lactic acid fermented foods and their benefits in Asia. *Food Control* 8, 259-269. [https://doi.org/10.1016/S0956-7135\(97\)00015-7](https://doi.org/10.1016/S0956-7135(97)00015-7).
- Lee JH. 2012. Isolation and genetic characterization of protease-producing halophilic bacteria from fermenting anchovy. *J Life Sci* 22, 167-176. <https://doi.org/10.5352/JLS.2012.22.2.167>.
- Lee JS, Kim MJ, Lee JS, Kim JH, Kim KH, Kim HJ, Heu MS and Kim JS. 2013. Food quality and characterization of commercial seasoned sea squirt *Halocynthia roretzi*. *Korean J Fish Aquat Sci* 46, 10-17. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2013.0010>.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2022. General Analytical Method in Food Code. Retrieved from http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_02.jsp?idx=263 on Sep 10, 2022.
- Mok JS, Lee DS and Yoon HD. 2008. Mineral content and nutritional evaluation of fishes from the Korean coast. *Korean J Fish Aquat Sci* 41, 315-323. <https://doi.org/10.5657/kfas.2008.41.5.315>.
- Swanson D, Block R and Mousa SA. 2012. Omega-3 fatty acids EPA and DHA: Health benefits throughout life. *Adv Nutr* 3, 1-7. <https://doi.org/10.3945/an.111.000893>.
- The Korean Nutrition Society. 2015. 2015 Dietary Reference Intakes for Koreans. The Korean Nutrition Society, Seoul, Korea, 569-742.
- The Korean Nutrition Society. 2020. 2020 Dietary Reference Intakes for Koreans: Mineral. Ministry of Health and Welfare, Sejong, Korea, 9-17.
- Yoon MS, Heu MS and Kim JS. 2010. Fatty acid composition, total amino acid and mineral contents of commercial *Kwamegi*. *Korean J Fish Aquat Sci* 43, 100-108. <https://doi.org/10.5657/kfas.2010.43.2.100>.
- Yoshimura M, Takahashi H and Nakanishi T. 1991. Role of sodium, potassium, calcium, magnesium on blood pressure regulation and antihypertensive dietary therapy. *Japan J Nutr* 49, 53-62. <https://doi.org/10.5264/eiyogakuzashi.49.53>.
- Zang J, Xu Y, Xia W and Regenstein JM. 2020. Quality, functionality, and microbiology of fermented fish: a review. *Crit Rev Food Sci Nut* 60, 1228-1242. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1565491>.