

시판 가자미(*Verasper moseri Jordan et Gilberu*)식해의 품질 특성

한대원¹ · 한호준 · 김덕기 · 임미진¹ · 조순영^{2*}

강릉원주대학교 식품과학과, ¹강릉원주대학교 동해안해양생물자원연구센터, ²강릉원주대학교 식품가공유통학과

Quality Characterization of Commercial Flounder *Verasper moseri Jordan et Gilberu* Sikhae

Dae-Won Han¹, Ho-Jun Han, Deok-Gi Kim, Mi-Jin Im¹ and Soon-Yeong Cho^{2*}

Department of Food Science, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 210-702, Korea

¹East Coastal Marine Bioresources Research Center, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 210-702, Korea

²Department of Food Processing and Distribution, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 210-702, Korea

Flounder *Verasper moseri Jordan et Gilberu* sikhae is one of the traditional Korean fermented food. Microbiological, chemical, and biogenic amine analyses were carried out to evaluate the quality of commercial flounder sikhae and establish standardization. The quality characteristics were analyzed in terms the salinity, volatile basic nitrogen, pH, amino-N, TBA value, biogenic amine, viable cell count, and lactic acid bacteria. Quality evaluation of commercial flounder sikhae revealed an average pH of 4.84, volatile basic nitrogen of 43.47 mg/100 g, amino-N of 213.04 mg/100 g, salinity of 5.77 %, viable cell count of 10⁶-10⁷ CFU/g, viable lactic acid bacteria count of 10⁶-10⁷ CFU/g and biogenic amine level of 0.70-47.34 mg/kg.

Key words: Flounder sikhae, Sundried sea salt, Standardization of processing conditions, Microbiological, Quality Evaluation

서 론

가자미(*Verasper moseri Jordan et Gilberu*)는 주로 우리나라 동해안에서 생산되며 어민들의 주요 소득원 중의 하나이다. 가자미는 DHA, EPA 등과 같은 각종 영양소가 풍부하여 (Hwang et al., 2008) 예로부터 회, 건제품, 조미료 및 식해 등 여러 가지 식품 소재로 이용되어 왔다. 식해는 어육 등의 주 원료에 통상적으로 7-10% 내외의 소금을 가하여 익힌 곡류와 고춧가루, 채소 등 각종 조미 부재료를 혼합하여 숙성시킴으로서 젖산균을 비롯한 미생물과 생성된 유기산에 의한 부패방지는 물론 식품에 적합한 풍미와 조직감이 생성되는 전통 수산발효식품이다(Cha and Kim., 2004). 식해는 김치와 발효원리가 같고 첨가되는 부재료가 유사하여 김치에서와 유사한 생리 기능적 특성(고춧가루에 의한 항돌연변이 효과와 유산균, 식이섬유소 및 마늘에 의한 항암효과)이 기대되는 전통발효식품으로서 우리의 입맛에 잘 맞을 뿐만 아니라 영양학적 측면이나, 시장성 측면에서도 장점이 많다. 그러나, 가자미 식해에 관한 연구는 이화학적 및 미생물학적 성상에 관한 연구나 표준화에 대한 연구는 많이 이루

어져 있지 않다. 가자미식해는 최근 건강 지향적인 식품의 소비가 증가함에 따라 염 함량이 낮은 식해의 형태로 많이 유통되고 있는 실정이나, 이로 인하여 식해의 저장성 단축이 야기되어 문제로 제기되고 있다. 일반적으로 전통식품이 상품성이 있고 세계적인 가공 식품화를 위해서는 위생적 안전성과 저장 유통 안정성 등이 기본적으로 확보되어야 할 뿐만 아니라 식품 고유의 품질 특성, 기호성, 균일성, 가공 안전성 등의 다양한 조건이 구비되어야 한다. 이를 위해서는 식해의 경우 원료 특성을 포함한 주요 상품화 요소 기술에 대한 집중적 연구가 필요한 실정이고, 그 중에서도 가장 시급한 것은 공정개선, 기호도 증진을 위한 조미기술 개발, 그리고 유통구조 개선이다. 현재 우리나라의 식해 생산은 경제성이 낮은 소형 어류를 이용하므로 연구해 어민의 주요 소득원으로 활용될 수 있으며 한국인의 기호와 잘 어울리는 맛과 향을 가진 전통 수산 발효제품이다. 하지만, 식해는 과학적 숙성 발효의 조건이 아직 설정되어 있지 않은 등 경험적인 제조방법에 의존하기 때문에 생산된 제품 품질의 재현성이 낮고 지나치게 염도가 높으며 비위생적 생산 유통으로 인해 유통 중 품질안정화를 기대하기 어렵다(Choi et al., 2001).

Article history:

Received 23 September 2013; Revised 14 October 2013; Accepted 21 October 2013

*Corresponding author: Tel: +82. 33. 640. 2730 Fax: +82. 33. 643. 3832

E-mail address: csygang@gwnu.ac.kr

Kor J Fish Aquat Sci 46(6) 696-701, December 2013

<http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2013.0696>

pISSN:0374-8111, eISSN:2287-8815

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

Table 1. Flounder *Verasper moseri Jordan et Gilberu* sikhae of purchasing condition

Sample	Producer	Storage condition	Date of manufacture	Volume (g)	Radish add	Foxtail millet add
A	JIF	cold	10	300	0	0
B	GBWF	cold	12	500	X	0
C	CCF	cold	10	300	0	0
D	HBF	cold	10	300	0	0
E	MNF	cold	13	300	0	0
F	KSSF	freeze	7	500	0	0
G	CHF	cold	10	300	X	0
H	SHF	cold	10	300	0	0
I	MGF	freeze	10	500	0	0

따라서 본 연구는 시판가자미식해의 품질표준화 및 객관적이고 과학적인 품질평가를 위한 기초자료를 얻고자 현재 국내에서 시판되고 있는 가자미식해 9종을 대상으로 미생물학적, 화학적 및 관능적 품질특성 비교, 검토하였다.

재료 및 방법

시판 가자미 식해

본 연구에 사용한 시판 가자미 식해는 강원도 속초시 소재의 정이푸드빌 및 속초수산시장에서 9종을 구입하여 사용하였고, 각각의 시료의 구매조건은 Table 1과 같다. 가자미식해의 부재료 첨가는 무침가 외에는 동일하였고, 배합비는 각 업체의 노하우에서 알 수가 없었다.

미생물 수 및 pH 측정

숙성 중 가자미 (*Verasper moseri Jordan et Gilber*) 식해의 미생물 총균수, 곰팡이, 효모, 및 대장균수는 시료 10 g에 멸균 식염수 90 mL를 혼합 분쇄하여 10 진법으로 희석하였다. 각각의 희석액 1 mL를 각각의 3 M film에 접종하고, 유산균은 Di Plate count agar BCP배지를 부어 혼합한 다음 37 °C에서 48 hr 배양하여 형성된 colony를 계측하여 시료 g당 colony forming units (CFU/g)로 나타내었다. pH측정은 시료 5 g을 취해서 증류수 45 mL를 가해 균질화시킨 후 pH meter (Mettler Toledo, SevenEasy pH, Switzerland)로 측정하였다.

휘발성염기질소(VBN) 함량 측정

휘발성염기질소(VBN)의 함량은 마쇄한 가자미 식해를 사용하여 Conway unit을 사용하는 micro diffusion method (Japanese Ministry of Hygiene, 1973)로 시료 2 g에 20 % trichloro-

acetic acid 용액 2 mL와 증류수 16 mL를 혼합한 뒤 homogenizer (T25digital, IKA, Korea)로 마쇄 후 여과하여 Conway unit에 주입 후 37 °C에서 80 min 방치 후 0.01 M HCl로 적정하여 측정하였다.

아미노질소 함량 측정

아미노질소 함량은 Sorensen (KOKC, 1997) 적정법으로 측정하였다. 시료 10 g을 취하여 증류수 100 mL를 혼합하고 마쇄 후 Sonication에서 30 min 균질화 후 pH meter (Mettler Toledo, SevenEasy pH, Switzerland) 이용하여 0.1 N NaOH를 가하여 pH 8.4를 맞춘 후 중성 formalin 20 mL를 가하였다. Formalin 첨가 단계까지 끝난 샘플은 0.1 N NaOH를 가하여 pH 8.4에 맞춘 적정량을 이용하여 아미노질소 함량을 산출하였다.

TBA가의 측정

TBA가는 Tarladges et al. (1960)의 방법에 기준하여 측정하였다. 시료 20 g을 취하여 2 M phosphoric acid의 20 % trichloroacetic acid 용액 50 mL를 가한 후 1 분 30 초간 마쇄하였다. 마쇄액을 100 mL 정량 후 Whatman No.1 여과지로 여과한 여과액 5 mL를 시험관에 옮기고 0.005 M 2-thiobarbituric acid 용액 5 mL를 넣는다. 시험관을 마개로 막고 위아래로 흔들어 혼합한 다음 암소에서 상온으로 15 hr 정치한다. 발색된 액을 spectrophotometer (V650, JASCO, JAPAN)로 530 nm에서 흡광도를 측정하였다.

Biogenic amines 함량 분석

Biogenic amine (Bas)은 성분은 우리나라 식품 기준 및 규격 (KFDA, 2013)에 준하여 실시하였다. Bas 성분을 추출하기 위해 시료 5 g에 0.1 N HCl을 25 mL 2회 반복 추출하여 상층액

Table 2. Chemical properties of commercial Flounder *Verasper moseri* Jordan et Gilberu sikhiae

Producer	pH	NaCl (%)	VBN (mg/100 g)	TBA value (O/D)	Amino-N (mg/100 g)
A	4.76±0.0 ^d	5.50±0.0 ^b	47.07±0.5 ^d	0.82±0.0 ^d	246.49±4.9 ^e
B	4.79±0.0 ^e	5.33±0.0 ^a	44.55±0.2 ^c	0.66±0.0 ^c	211.04±4.6 ^{bc}
C	4.69±0.0 ^c	5.50±0.0 ^b	45.01±0.2 ^c	0.41±0.0 ^b	209.84±5.2 ^{bc}
D	4.93±0.0 ^f	5.90±0.0 ^{cd}	47.22±1.0 ^d	0.58±0.0 ^b	218.72±1.1 ^{cd}
E	4.63±0.0 ^b	5.83±0.0 ^c	47.19±1.1 ^d	0.84±0.0 ^d	222.08±7.8 ^d
F	5.11±0.0 ^h	6.00±0.0 ^d	37.09±1.3 ^a	0.38±0.0 ^a	182.24±2.7 ^a
G	4.60±0.0 ^a	6.20±0.0 ^e	41.94±0.5 ^b	0.87±0.1 ^d	214.56±1.6 ^{bcd}
H	5.03±0.0 ^g	5.87±0.0 ^c	40.66±0.6 ^b	0.33±0.0 ^a	206.22±0.7 ^b
I	5.02±0.0 ^g	5.80±0.0 ^c	40.48±0.5 ^b	0.36±0.0 ^a	206.22±0.2 ^b

Values with different superscripts in the same row are significantly at $P < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

1 mL를 취하여 1% dansyl chloride 2 mL에 포화탄산나트륨 0.5 mL, 내부표준용액 100 µg/mL 0.1 mL를 첨가하여 진탕하여 45°C에서 50 min 유도체화하였다. 유도체화 후 0.1 N ammonia water를 0.1 mL 첨가하여 dansyl chloride를 제거하여 0.45 µm로 여과한 것을 시험용액으로 사용하였다. 표준품으로 histamine, tyramine, cadaverine, putrescine을 구입하여 사용하였고, 이동상을 HPLC급 Acetonitrile을 사용하였다.

관능검사

관능검사는 식해의 향기, 맛, 색, 조직감에 잘 훈련된 15인의 panel을 구성하여 이들의 관능 항목과 전체적인 기호도에 대해 9단계 평점법(매우 나쁘다, 1점; 매우 좋다, 9점)으로 평가하여 나타내었다.

통계분석

검사결과에 대한 통계적인 유의성 검정은 Statistical Packages for Social Science(SPSS, Chicago, IL, USA)를 이용하여 Duncan's multiple range test로 유의수준 5% 이내($P < 0.05$)로 각 평균값에 대한 유의적 차이를 조사하였다. 데이터는 각 실험치의 평균값과 표준편차로 나타내었다.

결과 및 고찰

시판 가자미식해의 이화학적 품질 평가

시판 가자미식해의 pH, 염도, 휘발성염기질소 함량, Amino-N 함량 그리고 TBA는 Table 2와 같다. 시판가자미식해의 pH를 분석한 결과 F, H, I 시료를 제외하고는 5 이하로 나타났다. 이러한 현상은 식해 제조 시 첨가되는 곡류(좁쌀)에 따른 것

산균의 증가에 따라 유기산이 많이 생산되었기 때문에 판단되어진다(Kim et al., 1994). pH는 G가 4.60으로 가장 낮았으며, F가 5.11로 가장 높았다. 시료간에 유의적인 차이는 나타나지 않으나 수치상 4.60-5.11로 큰 차이는 보이지 않았다. pH가 5 이상인 시료들은 휘발성염기질소 함량이 37.09-40.66 mg/100 g으로 다른 시료들에 비해 비교적 낮은 함량을 나타내었으며, pH가 5이하인 A, B, C, D, E, G 시료는 41.94-47.22 mg/100 g으로 유의적으로 높은 함량을 나타내었다. 이는 pH와 VBN 함량으로 볼 때 다른 시료들에 비하여 숙성 또는 부패의 진행이 덜 되었음을 알 수 있으며, pH 농도와 비교해 볼 때 결과가 비례함을 보여준다. 총 시료의 휘발성염기질소의 평균적인 함량은 43.47 mg/100 g 정도를 나타내었다. 유지 산패를 나타내는 TBA는 비교적 pH가 높고 휘발성염기질소 함량이 낮은 F, H, I 시료에서 0.33-0.38로 낮은 흡광도를 나타내었고, 나머지 다른 시료들은 0.41-0.87로 유의적으로 높은 흡광도를 보여줌으로써 휘발성염기질소 함량과 비교해 볼 때 본 연구와 유사함을 알 수 있었다.

염도는 5.33-6.20%로 시료들간의 유의적인 차이가 나타났다. Mok et al. (2000)에 의하면 고식염 제품은 식미를 저하시키고 다량 섭취시 고혈압, 신장병, 만성신부전증 등 건강상 문제 요인을 내포하고 있으므로 식해의 염도를 3-4% 정도로 최대한 낮출 수 있는 저염화 기술개발이 필요시 된다고 사료된다.

아미노질소 함량은 발효식품의 숙성도 지표로 이용될 뿐만 아니라 향미와 깊은 관련이 있기 때문에 중요한 품질 지표로 인식되고 있다(Oh et al., 2000). 아미노질소 함량은 F, H, I에서 182.24-206.22 mg/100 g 다른 시료들에 비해 낮은 아미노질소 함량을 나타냈으며, 모든 시료에서 휘발성염기질소 함량이 높을수록 아미노질소 함량이 비례적으로 증가함을 보여주는데, 이는 Cho et al., (1999)의 연구결과와 유사함을 보여주었다.

Table 3. Microbiological assay of commercial Flounder *Verasper moseri Jordan et Gilberu sikhae*

(Unit, CFU/g)

Marketing products	Total viable cells	Yeast	mould	Lactic acid bacteria	<i>E.coli</i>	form
A	9.91×10 ⁷	3.01×10 ²	N.D	3.12×10 ⁷	N.D	N.D
B	5.82×10 ⁶	4.82×10 ³	N.D	5.33×10 ⁶	N.D	N.D
C	6.13×10 ⁷	3.00×10 ²	N.D	4.39×10 ⁷	N.D	N.D
D	4.72×10 ⁶	6.61×10 ⁴	N.D	4.62×10 ⁶	N.D	N.D
E	9.60×10 ⁷	5.45×10 ³	N.D	6.12×10 ⁷	N.D	N.D
F	7.61×10 ⁵	6.80×10 ³	N.D	5.79×10 ⁵	N.D	N.D
G	1.04×10 ⁶	6.65×10 ²	N.D	1.67×10 ⁶	N.D	N.D
H	3.10×10 ⁶	4.15×10 ³	N.D	2.12×10 ⁶	N.D	N.D
I	2.11×10 ⁶	3.15×10 ³	N.D	2.52×10 ⁶	N.D	N.D

Table 4. Results on the sensory evaluation of Flounder *Verasper moseri Jordan et Gilberu sikhae*

Producer	Flavor	Taste	Color	Texture	Overall acceptance
A	4.00±1.70 ^{ab}	3.33±1.41 ^a	4.89±1.66 ^{ab}	4.22±1.40 ^a	16.44±5.23 ^{ab}
B	4.78±1.47 ^b	4.331±.33 ^{abc}	5.67±0.67 ^b	5.11±1.37 ^a	19.89±4.09 ^{bcd}
C	4.11±0.99 ^{ab}	3.67±1.41 ^{ab}	5.11±0.74 ^{ab}	4.56±1.26 ^a	17.44±3.06 ^{abc}
D	3.11±1.20 ^a	2.89±1.20 ^a	4.22±1.47 ^a	4.44±1.64 ^a	14.67±4.62 ^a
E	3.22±1.23 ^a	4.89±1.29 ^{bcd}	5.89±1.10 ^b	4.33±1.25 ^a	18.33±3.06 ^{abc}
F	5.33±1.15 ^b	5.67±1.63 ^{cd}	6.00±1.25 ^b	5.11±1.66 ^a	22.11±4.56 ^d
G	4.44±1.07 ^{ab}	3.56±0.96 ^{ab}	5.22±0.92 ^{ab}	4.00±2.00 ^a	17.22±4.13 ^{abc}
H	5.11±1.29 ^b	5.89±1.37 ^d	5.67±1.63 ^b	5.56±1.17 ^a	22.22±5.07 ^d
I	5.11±0.99 ^b	4.89±1.45 ^{bcd}	6.22±1.03 ^b	5.44±0.83 ^a	21.67±3.20 ^{cd}

Values with different superscripts in the same row are significantly at $P < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

시판 가자미식해 A는 246.49 mg/100 g으로 가장 높은 함량을 나타내었으며, 가자미식해의 아미노질소 함량은 평균 213.14 mg/100 g 수준이었다.

시판 가자미식해의 미생물적 품질 평가

시판가자미식해의 총균수, 효모, 곰팡이, 젖산균, 대장균, 대장균군에 결과는 Table 3과 같다. 총균수는 A 가자미식해에서 9.91 × 10⁷ CFU/g 으로 가장 많이 나타났으며, 가장 낮은 총균수는 7.61 × 10⁵ CFU/g 으로 F 시료로 이는 Table 2의 pH 농도, 휘발성염기질소 함량 및 아미노질소 함량과 비교해 볼 때 비례적으로 증가함을 보여준다. 전체적으로 총균수는 10⁵-10⁷ CFU/g 정도로 분포하고 있음을 보여준다. 젖산균수 또한 B, D, G, H, I 에서 10⁶ CFU/g 정도를 나타내었고 A, C, E 에서 10⁷

CFU/g을 나타내었으며, 총균수와 비슷한 수준을 나타내었는데 이는 총균수의 대부분이 유산균으로 분포되어 있을 것으로 예측되어진다.

대장균과 대장균군은 총 9종 시판가자미식해 모든 시료에서 검출되지 않았다. 효모는 3.00 × 10²-6.61 × 10⁴ CFU/g으로 평균 10³ CFU/g 정도로 나타났고 곰팡이는 모든 시료에서 나타나지 않았다.

시판 가자미식해의 관능적 품질 평가

시판 가자미식해 9 종을 15 명의 관능요원에 의해 9 점범으로 관능검사를 실시하였다. 맛, 향, 색, 조직감 4가지 조건에 대한 관능검사 점수는 Table 4에 나타내었다. 조직감에서는 4.00-5.56점으로 시료 각각의 점수에 차이가 있지만 통계적으로 유

Table 5. Levels of biogenic amines in of commercial Flounder *Verasper moseri Jordan et Gilberu sikhae*

(Unit, mg/kg)

Marketing products	Cadaverine	Putrescine	Histamine	Tyramine	Total
A company	5.39	18.84	0.47	22.64	47.34
B company	N.D	4.16	N.D	11.69	15.85
C company	0.17	1.54	N.D	17.24	18.95
D company	0.56	10.74	N.D	13.27	24.57
E company	0.87	10.01	N.D	10.36	21.33
F company	0.30	N.D	N.D	0.40	0.70
G company	0.90	1.05	0.07	3.65	5.67
H company	0.32	0.57	N.D	0.78	1.67
I company	0.52	N.D	N.D	1.48	2.00

의적인 차이는 나타나지 않았다. 나머지 향, 맛, 색에서는 시료들간의 유의적인 차이를 나타내었는데, pH 5이상이며, 휘발성염기질소 함량과 아미노질소 함량이 비교적 낮은 시료인 F, H, I에서 향 5.11-5.33점, 맛 4.89-5.67점, 색 5.67-6.22점으로 유의적으로 다른 시료들에 비해서 높은 평가를 나타냈다. 총점에서는 H가 22.22점으로 가장 높은 점수를 받았으며 F, I 또한 각각 22.11, 21.67점으로 H와 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 시료 D와 A는 총점이 14.67, 16.44점으로 가장 낮은 점수를 나타냈으며 맛, 향, 색, 조직감에서 전체적으로 낮은 점수를 나타내었다.

시판가자미식해의 Biogenic amines 함량

발효식품에서 발생하는 Bas는 인체에 대한 위해 정도는 낮은 편이나, 다량섭취 또는 이들의 대사를 위한 자연적 기작이 저해 또는 결핍될 경우에는 건강을 크게 손상시킬 수 있다(Hwang et al., 2008). Histamine의 경우 독성증세를 일으킬 수 있고, tyramine의 경우는 혈압증진을 일으킬 수 있다. 이에 biogenic amines의 생성을 확인해보았다. Histamine은 모든 시료에서 거의 검출되지 않았으며, cadaverine 또한 0.17-5.37 mg/kg으로 극소량 검출되었다. 대부분 tyramine과 putrescine이 검출되었는데 총 Bas 함량은 시판 가자미 식해 A에서 47.36 mg/kg으로 가장 높은 biogenic amines 함량을 나타내었으며, F에서 0.70 mg/kg으로 가장 낮은 함량을 나타내었다. 이는 상기 휘발성염기질소 함량과 아미노질소 함량과 비교해 볼 때, 비례적으로 증가하는 것을 알 수 있었으며, 발효 또는 부패가 진행할수록 biogenic amine 함량이 증가하는 경향을 나타내었다.

시판 가자미식해의 품질특성

시판가자미식해 9종을 구매하여 품질특성을 비교 분석해본

결과 각각의 평균적인 값은 pH농도 4.60-5.11, 염도는 5-6 %, 아미노질소 함량을 213.14 mg/100 g, 휘발성염기질소 함량 43.47 mg/100 g, 총균수와 젖산균수 10^5 - 10^7 CFU/g 정도로 나타났으며, 효모는 10^3 CFU/g 정도로 나타났고, 대장균, 대장균군과 곰팡이는 모든 시료에서 검출되지 않았다. 관능검사에서는 F, H, I에서 21.67-22.22 점으로 가장 좋은 평가를 받았다. 관능평가를 기준으로 하여 볼 때, 이화학적으로는 pH가 5이상이며, 휘발성염기질소 함량과 아미노질소 함량 그리고, TBA가 낮은 시료에서 높은 기호도를 나타냈으며, 미생물에서는 시료별 큰 특성에 차이는 나타나지 않았다. 발효식품에서 발생하는 Bas는 가장 높은 시료가 47.34 mg/kg 정도로 나타났지만, 식품의약품안전처에서 기준하는 200 mg/kg에 못 미치는 수준으로 식품으로 섭취에 안전한 것으로 사료된다.

사 사

본 연구는 농림수산식품부 기술개발과제(311056-3, 2013년도)에 의해 수행된 결과입니다. 이에 감사드립니다.

References

- Cha YJ, Kim SJ, Jeong EJ, Kim H, Cho WJ and Woo MY. 2004. Studies on taste compounds in Alaska Pollack sikhae during fermentation. J Korean Soc Food Sci Nutr 33, 1515-1512.
- Cho YJ, Im YS, Lee KW, Kim GB and Choi YJ. 1999. Quality investigation of commercial northern sandlance, *Ammodytes personatus* sauces. J Korean Fish Soc 32, 612-617.
- Choi C, Lee HD and Choi HJ. 2001. A study on quality characteristics and establishment of fermentation process for traditional Kyungsando squid sikhae. Korean J Dietary Culture 16, 118-127.

- Hwang SH and Youn KS. 2008. Stability and quality characteristics of squid liver oil during refining process. Food eng Prog 12, 284-288.
- Japanese Ministry of Hygiene. 1973. Food sanitation indices. 1. Volatile basic nitrogens, 30-32.
- Kim SM, Back OD and Lee KT. 1994. The development of squid (*Todarodes pacificus*) sikhae in the Kangnung district: 4. The effects of red pepper and grain contents on the properties of squid sikhae. Bull Korean Fish Soc 27, 366-372.
- Mok CK, Lee JY, Song KT, Kim SY, Lim SB and Woo GJ. 2000. Changes in physicochemical properties of salted and fermented shrimp at different salt levels. Korean J Food Soc 32, 252-255.
- Oh SC, Cho JS and Nam HY. 2000. Changes of the volatile basic nitrogen and free amino acids according to the fermentation of low salt fermented squid. Korean J Soc Food Sci 16, 173-181.
- Tarladgis BG, Watts BM and Younathan MJ. 1960. Distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid. J Am Oil Chem Soc 58, 44-48.