

## 전통 명태식해 숙성중의 정미성분에 관한 연구

차용준<sup>1\*</sup> · 김소정<sup>2</sup> · 정은정<sup>1</sup> · 김 훈<sup>1</sup> · 조우진<sup>1</sup> · 유미영<sup>3</sup>

<sup>1</sup>창원대학교 식품영양학과

<sup>2</sup>한미향료화학

<sup>3</sup>부경대학교 식품생명공학부

## Studies on Taste Compounds in Alaska Pollack *Sikhae* during Fermentation

Yong-Jun Cha<sup>1\*</sup>, So-Jung Kim<sup>2</sup>, Eun-Jeong Jeong<sup>1</sup>, Hun Kim<sup>1</sup>, Woo-Jin Cho<sup>1</sup> and Mi-Young Yoo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Food and Nutrition, Changwon National University, Changwon 641-773, Korea

<sup>2</sup>Hanmi Perfumer & Chemical Co., Ltd., Seoul 151-010, Korea

<sup>3</sup>Dept. of Food Science and Technology, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

### Abstract

As one of the research series for the industrialization of *sikhae*, this study was evaluated the taste compounds present in different temperature conditions, 5°C, 20°C and alternating temperature (stored at 5°C after 10 days fermentation at 20°C), respectively. The changes in proximate compositions were negligible but the amounts of total sugar decreased during fermentation. The pH of *sikhae* products except the product fermented at 5°C, decreased during fermentation and was maintained at the range of 3.8~4.4 after 10 days. The values of acidity, VBN and amino-N gradually increased with fermentation times and with increasing temperature condition in all products. Three organic acids (lactic, citric and malic acid) were disclosed as key compounds affecting the sourness in Alaska pollack *sikhae*. The result of taste value revealed that 6 amino acids having sweet and umami taste (aspartic acid, glutamic acid, alanine and lysine) and bitter taste (valine and methionine) as major amino acids affecting the taste of *sikhae* products, and increased with fermentation times. Hypoxanthine was the main component in ATP related compounds. Amino-N was comprised more over 50% of the Ex-N in *sikhae* products, and followed by total creatinine-N, TMAO-N and TMA-N in that order.

**Key words:** Alaska pollack *sikhae*, fish fermentation, taste compounds

### 서 론

식해(食醃)는 어육 또는 어란 등의 주원료에 10% 내외의 소금을 가하여 염지 및 탈수한 다음 익힌 곡류와 고춧가루, 채소 등 각종 조미부재료를 혼합하여 숙성시킴으로서, 젓산균과 효모 및 생성된 유기산에 의한 부패방지는 물론 식용에 적합한 풍미와 조직감이 생성되는 전통적 수산발효식품이다(1). 식해의 주재료인 생선류에는 동맥경화증을 예방하는 EPA와 DHA의 함량이 다른 식품에 비해서 높고, 숙성후에는 생선의 뼈가 연화되어 가식할 수 있으므로 칼슘 및 단백질 공급원으로도 우수하며 부원료인 마늘, 생강, 고춧가루 등으로 건강식품으로서의 가능성도 함께 예측되는 전통식품이다(2). 따라서 식해는 고식염 식품의 기피현상에 부응하여 현대인의 식기호에 적합한 식품으로 영양학적 측면이나, 시장성 측면에서도 유리한 점이 기대되나 젓갈에 비해 숙성기간 및 저장성이 짧은 것이 특징이다. 그럼에도 불구하고 산업화를 위한 체계적인 연구는 이루어지지 않고 단편적인 연

구보고에 머물러 있는 실정이다(3- 6). 따라서 전통수산발효 식품인 식해를 산업화하기 위해서는 발효시간의 연장에 의한 전통적인 맛과 향의 보존과 품질 균일화를 위한 제조공정의 표준화가 필수적이라고 생각된다.

이에 본 연구에서는 우리나라 동해안에서 어획되는 대표적인 어종이며, 주위에서 쉽게 구할 수 있는 명태를 원료로 하여 문헌고증 및 자문을 통하여 전통적 명태식해를 제조한 다음 명태식해의 각 온도조건에 따른 이화학적 특성 및 정미 성분 등을 분석하였기에 보고하고자 한다.

### 재료 및 방법

#### 재료

동결된 명태(Alaska pollack, *Theragra chalcogramma*)를 마산어시장에서 구입하였으며 부재료 즉, 무, 쌀, 조, 고춧가루, 엿기름(자갈산 식품), 마늘, 생강, 소금(산내들 천일염)등은 마산시 농산물도매시장에서 구입하여 실험에 사용하였다.

\*Corresponding author. E-mail: yjcha@changwon.ac.kr  
Phone: 82-55-279-7485, Fax: 82-55-281-7480

### 식해의 제조

전통적인 명태식해를 직접 담아 오랫동안 상식하여 온 가정의 비법과 전통적인 제조방법이 기록된 문헌(1-7)을 기준으로 하여, 전보(2)와 같이 명태식해를 제조하였다. 즉 1 cm 폭으로 썰어 식염 7%(w/w)로 탈수한 명태(47.4%)와 무채(19.0%)에 곡류밥(멥쌀 9.5%와 조 9.5%를 섞음), 고춧가루(7.0%), 엿기름(3.8%), 마늘(2.4%) 및 생강(1.4%)을 버무려 제조하였다. 제조된 명태식해는 2 kg단위로 유리병에 담아 밀봉한 후 5°C, 20°C 및 변온(20°C에서 10일간 숙성시킨 다음 5°C에서 저장)조건에서 발효시켰다.

### 일반성분, pH, 총산, 아미노질소 및 휘발성염기질소

명태식해의 일반성분은 AOAC법(7)에 따라 분석하였다. 시료 10 g을 취하여 증류수 50 mL를 넣고 막자사발에서 10 분간 균질화한 다음 100 mL로 정용 및 원심분리(2,000×g)하여 얻어진 상등액을 취하여 pH는 pH meter(pH/ion meter DP-880, Dongwoo Medical System, Korea)로 측정하였고, 총산은 0.1 N NaOH로 pH 8.3까지 적정한 양을 적산량(mg %)으로 환산하였다.

아미노질소(amino-N)는 Formol법(8)으로, 휘발성염기질소(volatile basic nitrogen, VBN)는 Conway unit를 이용한 미량확산법(9)으로 측정하였다.

### 불휘발성 유기산 및 정미성분 분석

불휘발성유기산은 Jang의 방법(10)에 따라 전처리한 다음, 유기산의 동정 및 정량은 표준 유기산(Sigma Chemical Co.)과 시료 유기산의 gas chromatogram상의 retention time 이 일치하는 peak는 동일한 물질로 하였으며 각 유기산의 정량적 분석은 Cho의 방법(11)에 따랐다.

유리아미노산 분석은 Lee 등(12)의 방법을 변형한 Cha와 Cadwallader(13)의 방법에 의하였다. 그리고 유리아미노산 중에서 맛에 지배적으로 관여하는 성분을 구명하기 위해 각 유리아미노산의 taste value를 구하였다(14). 핵산관련물질의 분석은 Lee 등(15)의 방법으로, 엑스분질소의 정량은 semi-micro Kjeldahl법(7)으로 정량하였다. TMAO-N와 TMA-N의 정량은 Hashimoto와 Okaichi(16)의 방법으로,

total creatinine-N의 정량은 Lee 등(12)의 방법으로 하였다.

## 결과 및 고찰

### 식해 숙성중 일반성분, pH 및 총산의 변화

명태식해의 숙성중 일반성분의 함량은 Table 1과 같다. 명태식해는 숙성기간에 따라 수분은 71.06~73.40%, 조단백질은 8.78~13.65%, 조지방은 0.47~0.88%, 조회분은 4.18~4.80% 범위로 숙성중 큰 변화는 없었다. 이는 가자미 식해(1)와 오징어 식해(6)의 일반성분에서도 동일한 경향을 보였다. 반면 전당은 제조 직후 13.41%에서 각 온도구간별로 숙성기간이 경과함에 따라 감소하였다. 이 감소된 당류는 미생물 증식 및 젖산을 포함한 각종 유기산 발효에 이용된 것으로 보여지며, 이는 Ryu 등(17)의 멸치첨가 김치에서 당류의 감소와 동일한 결과를 보였다. 특히 전당의 감소비율은 5°C에서 43일째에 4.89%, 20°C에서 29일째에 7.78%, 변온조건에서는 27일째에 6.72%가 각각 감소했으며, 이는 발효온도가 높은 상태에서 유기산 발효가 활발히 일어났음을 알 수 있었다.

온도조건별 숙성기간에 따른 pH와 총산의 변화를 Fig. 1에 나타내었다. pH는 5°C의 경우 숙성 기간에 따른 변화가 거의 없었고, 20°C와 변온조건에서는 숙성기간이 지남에 따라 서서히 감소하였다. 특히 변온조건에서는 pH의 감소폭을 20°C 숙성에 비해 완화할 수 있었다. 총산의 경우 5°C에서는 숙성기간에 따른 증가가 뚜렷하지 않았지만, 20°C와 변온에서는 발효가 진행됨에 따라 증가하였고, 특히 변온조건에서는 숙성 16일 이후부터 총산의 급격한 증가를 완화할 수 있었다. 20°C 숙성조건에서의 pH와 총산의 변화를 비교하여보면 총산은 계속 증가하는데 반해, pH는 3.86 범위로 유지되었는데 이는 아미노산과 기타유기물질의 완충작용에 의하여 pH의 저하가 억제되기 때문이라 생각된다(6).

### 아미노질소 및 휘발성염기질소의 변화

식해 숙성기간 동안 아미노질소 및 휘발성염기질소의 변화는 Fig. 2에 나타낸 바와 같이 5°C, 20°C 및 변온조건 모두 숙성기간에 따라 증가하였으며, 증가폭은 20°C에서 가장 컸

Table 1. Changes in proximate composition of Alaska pollack *sikhae* during fermentation (g/100 g)

Temp. (°C)	Fermentation days	Moisture	Crude protein	Crude fat	Total sugar	Crude ash
5	0	73.40±0.03 <sup>1)</sup>	10.28±0.08	0.47±0.07	13.41±0.44	4.80±0.04
	14	72.77±0.03	10.75±0.05	0.71±0.03	10.89±0.12	4.33±0.04
	28	72.63±0.06	10.86±0.05	0.88±0.02	8.52±0.13	4.20±0.03
	43	73.84±0.04	8.78±0.02	0.50±0.06	8.52±0.38	4.18±0.02
20	0	73.40±0.03	10.28±0.08	0.47±0.07	13.41±0.44	4.80±0.04
	15	71.26±0.05	12.75±0.05	0.80±0.03	7.39±0.39	4.28±0.07
	29	71.06±0.03	13.06±0.05	0.71±0.04	5.63±0.09	4.23±0.05
Alt. temp. <sup>2)</sup>	0	73.40±0.03	10.28±0.08	0.47±0.07	13.41±0.44	4.80±0.04
	16	71.79±0.07	13.65±0.14	0.88±0.03	11.34±0.10	4.55±0.03
	27	71.65±0.03	12.05±0.00	0.73±0.02	6.69±0.05	4.23±0.03

<sup>1)</sup>Mean value±standard deviation (n=3).

<sup>2)</sup>Alt. temp.: Fermented at 5°C after 10 days fermentation at 20°C.

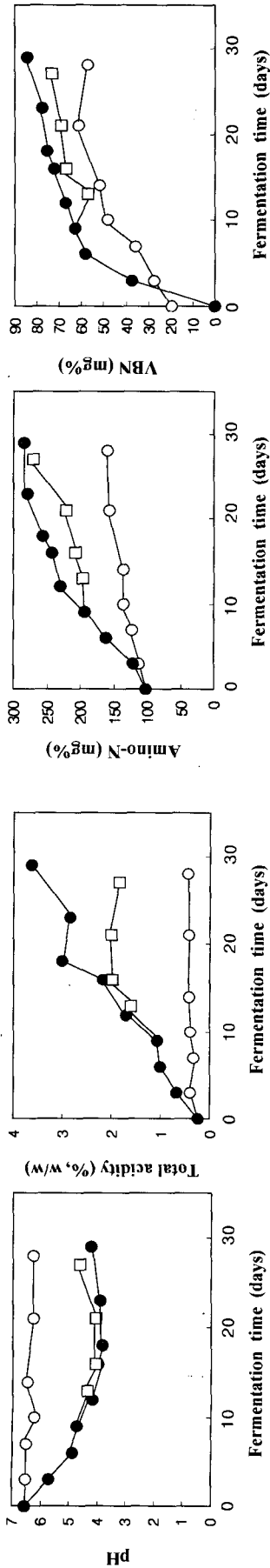


Fig. 1. Changes in pH and total acidity of Alaska pollack *sikhae* during fermentation. ○: Fermented at 5°C, ●: Fermented at 20°C, □: Fermented at 5°C after 10 days fermentation at 20°C.

Fig. 2. Changes in amino-N and VBN of Alaska pollack *sikhae* during fermentation. ○: Fermented at 5°C, ●: Fermented at 20°C, □: Fermented at 5°C after 10 days fermentation at 20°C.

Table 2. Changes in contents and taste values of non-volatile organic acids of Alaska pollack *sikhae* during fermentation

Compound (acid)	Taste <sup>1)</sup> threshold (mg/100 g)	Content (mg/100 g)					
		5°C		20°C		Alt. temp. <sup>2)</sup>	
		14 day	28 day	15 day	29 day	16 day	27 day
Lactic	1.0	46.83 (46.83) <sup>3)</sup>	89.03 (89.03)	3,103.0 (3,103)	3,769.33 (3,769.33)	1,633.44 (1,633.44)	2,695.05 (2,695.05)
Oxalic	1.0	5.15 (5.15)	4.11 (4.11)	N/D <sup>4)</sup>	N/D	N/D	N/D
Malonic	4.5	1.18 (0.26)	2.99 (0.51)	5.66 (1.26)	1.64 (0.36)	4.11 (0.91)	3.44 (0.76)
Fumaric	2.0	1.88 (0.94)	1.72 (0.86)	0.80 (0.40)	N/D	2.80 (1.40)	4.49 (2.25)
Succinic	2.0	2.86 (1.43)	6.12 (3.06)	39.74 (19.87)	32.00 (16.00)	25.43 (12.72)	22.40 (11.20)
Malic	1.0	41.33 (41.33)	44.36 (44.36)	56.37 (56.37)	51.93 (51.93)	36.59 (36.59)	45.25 (45.25)
Citric	1.0	102.22 (102.22)	158.52 (158.52)	337.52 (337.52)	600.92 (600.92)	310.20 (310.20)	482.79 (482.79)

<sup>1)</sup>Taste threshold; refer to Jang (10).

<sup>2)</sup>Alt. temp.: Fermented at 5°C after 10 days fermentation at 20°C.

<sup>3)</sup>The data in parenthesis are the taste value (calculated as the content of each compound divided by the taste threshold of each compound).

<sup>4)</sup>N/D: Not detected.

고, 5°C가 가장 작았다. 그리고 변온조건에서는 숙성 10일(20°C) 이후 온도를 5°C로 낮춤으로서 아미노질소나 휘발성 염기질소의 증가하는 폭이 20°C에 비해 완만하였다. 이러한 경향은 가자미 식해(1)를 실온에 발효한 후 5°C에서 보관하여 이화학적 변화가 억제되는 경향과 동일하였다. 특히 잘 숙성된 가자미식해(233~290 mg%)(3)와 오징어식해(300 mg% 내외)(6)의 아미노질소 함량과 비교하여 볼 때, 본 연구에서의 명태식해를 산업적으로 유통하고자 하면 최적 숙성시점에서 품질유지를 위한 처리조건(온도조절 등)이 수반되어야 할 것으로 생각되었다.

#### 식해 숙성중 불휘발성 유기산 함량

명태식해 숙성과정 중의 불휘발성 유기산함량은 Table 2와 같다. 숙성기간 중 lactic, malic, citric, fumaric, oxalic, succinic, malonic acid 등 총 7종의 유기산이 검출되었다. 5°C 숙성의 경우 발효기간에 상관없이 citric, lactic 및 malic acid 순으로 함량이 많았다. 다음으로 oxalic acid의 함량이 많았는데, 이는 5°C에서는 변화가 거의 없는데 반해 20°C 및 변온 조건에서는 숙성 15일 이후로는 검출되지 않았다. 20°C에서는 lactic acid가 숙성기간 중 가장 크게 증가하였으며 다음으로 citric acid 순이었는데, 변온조건에서도 그 증가폭은 20°C에 비해 적었지만 동일한 결과를 보였다.

불휘발성 유기산중 어떤 유기산이 명태식해의 신맛에 직접적인 영향을 미치는가를 구명하기 위하여 각 유기산의 역할을 이용하여 taste value를 구한 결과(Table 2), 5°C에서는 citric, lactic, malic acid 순으로 식해의 신맛에 영향을 미쳤으며, 20°C와 변온조건에서는 lactic, citric 및 malic acid 순으로 식해의 신맛에 영향을 미쳤다. Lee 등(1)은 가자미식해의 유기산 생성은 기존 것보다 숙성기간이 훨씬 단축되며 비린내의 masking 효과가 부여될 것이라고 하였고, Jang (10)은 lactic acid가 다른 유기산에 비해 상큼한 신맛을 가진다고 하였다.

#### 식해 숙성중의 유리아미노산의 변화

식해 숙성중의 유리아미노산 함량과 taste value를 계산하여 Table 3에 나타내었다. 각 온도별 숙성기간에 따른 유리아미노산 총량은 모든 시료에서 증가하는 경향을 보였다. 즉, 담금 즉시 600.46 mg%이었으나 20°C 숙성 15일에서는 1,443.02 mg%, 변온 16일에서는 1,223.01 mg%, 5°C 숙성 28일에서는 1,081.66 mg%으로 숙성기간이 길어질수록 그리고 숙성온도가 높을수록 유리아미노산의 총량은 증가하였다. 담금 즉시 동결된 유리아미노산 함량에는 taurine, arginine, aspartic acid, proline, anserine, glutamic acid, alanine, valine,  $\beta$ -alanine 등 9종의 유리아미노산이 전체의 55.6%를 차지하였는데, 20°C에서 15일간 숙성한 명태식해에서는 glutamic acid, alanine, leucine, lysine, proline, aspartic acid, valine, glycine 등 8종의 아미노산이 55.2%를 차지하였다. 그리고 변온에서 16일간 숙성한 경우는 alanine, glutamic

acid, proline, leucine, lysine, valine, glycine, taurine 등 8종의 유리 아미노산이 55.5%를, 5°C에서 28일간 숙성한 경우는 proline, alanine, glutamic acid, taurine, aspartic acid, lysine, valine, leucine 등 8종의 아미노산이 44%를 차지하였다. 따라서 온도조건에 따른 숙성과정에서 유리된 아미노산 조성의 차이는 거의 없었고, 다만 함량의 차이만 있었다.

Taste value를 계산한 결과 모든 구간의 식해에서 aspartic acid와 glutamic acid가 높은 값을 나타내었으며, 다음으로는 함량의 차이는 없으나 arginine, valine, alanine, lysine, histidine, phenylalanine, methionine 등이 주종을 이루었다. 명태식해의 숙성기간에 따른 taste value의 변화를 보면 glutamic acid와 aspartic acid가 지배적이었으며 다음으로 alanine, valine, lysine, methionine, proline, glycine 등이 약간의 증가를 보인 반면에 arginine은 숙성기간이 경과함에 따라 오히려 감소하였다. Glutamic acid와 aspartic acid는 신맛과 감칠맛의 주체라고 보고되고 있으며(18), 또한 glutamic acid는 식물성 단백질 가수분해물의 주된 유리아미노산이라고 알려져 있다(19). 한편 Sanceda 등(20)은 glutamic acid가 fish sauce의 맛에 있어 매우 중요한 역할을 한다고 하였고, Hayashi 등(21)은 자숙한 게 다리살 추출물의 유리 아미노산의 함량과 동일하게 제조한 omission test를 한 결과 glutamic acid는 감칠맛과 단맛에 직접적으로 관여하고, aspartic acid도 상당한 감칠맛에 관여한다고 보고하였다. 그리고 alanine, proline, lysine은 단맛을 가지고 있고 histidine, methionine 및 valine은 쓴맛을 가지고 있다고 알려져 있다(12,18).

#### 식해 숙성중의 핵산관련물질의 변화

식해 숙성중의 핵산관련물질의 변화는 Table 4와 같다. ATP, ADP, AMP, IMP, inosine은 숙성기간이 증가할수록 그 함량이 감소하고, 반면에 hypoxanthine은 증가하였다. 또한 숙성온도가 높을수록 ATP, ADP, AMP, IMP, inosine의 분해율은 높았다. 이는 어육의 ATP가 순차적으로 ADP, AMP, IMP로 분해되어 이것이 다시 inosine(HxR)을 거쳐 ribose와 hypoxanthine(Hx)로의 전형적인 분해과정을 거쳐서 hypoxanthine이 축적되었고, 온도가 높을수록 촉진됨을 알 수 있었다(22). IMP는 강한 정미력을 가지고 있고, ATP나 AMP는 단독으로는 정미성은 없으나 glutamic acid와의 상승작용으로 정미성을 가지며, hypoxanthine은 냉장하여 품질이 저하한 대구의 쓴맛의 주 물질이라고 알려져 있으나, hypoxanthine 자체의 쓴맛은 그리 강하지 않다고 알려져 있다(22). 따라서 식해가 숙성됨에 따라 hypoxanthine이 핵산관련물질의 대부분을 차지하여 그 역할이 클 것으로 기대가 되나 식해의 맛에 직접적인 영향은 적을 것으로 생각되었다.

#### Trimethylamine oxide(TMAO), trimethylamine(TMA), total creatinine 및 엑스분질소(Ex-N) 함량의 변화

숙성기간에 따른 Ex-N의 함량은 277~581 mg% 범위였

**Table 3. Changes in free amino acids of Alaska pollack *sikhae* during fermentation**

Amino acids	Taste threshold <sup>1)</sup> (mg/dL)	Fermentation time (days)							
		0		15 (20°C)		16 (Alt. temp. <sup>2)</sup> )		28 (5°C)	
		Concn. <sup>3)</sup>	T · V <sup>4)</sup>	Concn.	T · V	Concn.	T · V	Concn.	T · V
Taurine	N/A <sup>5)</sup>	69.25		62.19		58.61		61.33	
Urea	N/A	N/D <sup>6)</sup>		N/D		N/D		69.05	
Aspartic acid	3	42.05	14.02	88.84	29.61	30.35	10.12	57.17	19.06
Threonine	260	16.91	0.07	53.78	0.21	26.91	0.10	32.29	0.12
Serine	150	16.14	0.11	58.70	0.39	30.07	0.20	38.53	0.26
Asparagine	1000	3.83	0.00	7.59	0.01	5.75	0.01	4.30	0.00
Glutamic acid	5	25.58	5.12	167.53	33.51	114.36	22.87	67.65	13.53
α-Aminoadipic acid	N/A	0.70		2.55		2.01		1.40	
Proline	300	36.86	0.12	89.59	0.30	82.32	0.27	73.16	0.24
Glycine	130	21.97	0.17	74.94	0.58	59.92	0.46	41.69	0.32
Alanine	60	31.76	0.53	104.81	1.75	147.20	2.45	68.22	1.14
Citrulline	N/A	6.60		6.59		7.26		11.02	
α-Aminoisobutyric acid	N/A	2.39		4.70		18.17		3.35	
Valine	40	22.25	0.56	76.37	1.91	64.63	1.62	50.85	1.27
Cystine	N/A	9.05		9.99		9.96		9.38	
Methionine	30	9.08	0.30	41.96	1.40	34.33	1.14	24.92	0.83
Cystathionine	N/A	1.93		3.96		3.69		3.38	
Isoleucine	90	8.56	0.10	38.46	0.43	30.74	0.34	23.91	0.27
Leucine	190	14.26	0.08	99.27	0.52	79.15	0.42	45.25	0.24
Tyrosine	N/A	9.98		9.69		8.26		19.65	
β-Alanine	N/A	22.21		19.76		21.79		13.91	
Phenylalanine	90	12.45	0.14	57.91	0.64	48.98	0.54	31.54	0.35
β-Aminoisobutyric acid	N/A	13.01		11.04		8.56		0.45	
Homocystine	N/A	4.67		4.25		9.46		5.24	
γ-Amino-n-butyric acid	N/A	14.19		23.48		36.76		28.18	
Ethanolamine	N/A	6.11		12.70		12.41		9.94	
Ammonium chloride	N/A	57.28		128.41		120.54		108.26	
Hydroxylysine	N/A	2.35		9.00		8.74		3.52	
Ornithine	N/A	1.34		34.30		17.27		30.68	
Lysine	50	14.62	0.29	94.69	1.89	72.14	1.44	52.65	1.05
1-Methylhistidine	N/A	13.00		11.39		10.87		11.38	
Histidine	20	5.17	0.26	3.07	0.15	9.01	0.45	8.08	0.40
3-Methylhistidine	N/A	1.23		3.35		4.56		2.20	
Anserine	N/A	36.22		25.70		26.40		26.06	
Arginine	50	47.46	0.95	2.42	0.05	1.81	0.04	43.08	0.86
<b>Total</b>		<b>600.46</b>		<b>1,443.02</b>		<b>1,223.01</b>		<b>1,081.66</b>	

<sup>1)</sup>Taste threshold; refer to Kato et al. (18).

<sup>2)</sup>Alt. temp.: Fermented at 5°C after 10 days fermentation at 20°C.

<sup>3)</sup>Concentration are on a dry weight and salt free basis (mg/100 g).

<sup>4)</sup>T · V (taste value): The content of each compound divided by the threshold of each compound.

<sup>5)</sup>N/A: Not available.

<sup>6)</sup>N/D: Not detected.

**Table 4. Changes in ATP related compounds of Alaska pollack *sikhae* during fermentation**

(mg/100 g)

Temp. (°C)	Fermentation days	ATP related compounds					
		ATP	ADP	AMP	IMP	Inosine	Hypoxanthine
5	0	0.34 (0.02) <sup>2)</sup>	0.36 (<0.01)	0.84 (<0.01)	0.42 (<0.01)	2.68 (0.01)	3.78 (0.02)
	14	0.18 (0.02)	0.39 (0.04)	0.81 (0.06)	0.35 (<0.01)	0.35 (<0.01)	4.36 (0.01)
	28	N/D <sup>3)</sup>	N/D	0.01 (<0.01)	0.08 (<0.01)	0.05 (<0.01)	2.17 (0.01)
20	0	0.34 (0.02)	0.36 (<0.01)	0.84 (<0.01)	0.42 (<0.01)	2.68 (0.01)	3.78 (0.02)
	15	N/D	0.02 (0.01)	0.34 (0.01)	0.19 (0.01)	0.05 (0.02)	4.86 (0.01)
Alt. temp. <sup>1)</sup>	0	0.34 (0.02)	0.36 (<0.01)	0.84 (<0.01)	0.42 (<0.01)	2.68 (0.01)	3.78 (0.02)
	16	N/D	0.03 (<0.01)	0.35 (0.01)	0.19 (<0.01)	0.07 (<0.01)	4.45 (0.01)

<sup>1)</sup>Alt. temp.: Fermented at 5°C after 10 days fermentation at 20°C.

<sup>2)</sup>Mean value (standard deviation) (n=3).

<sup>3)</sup>N/D: Not detected.

Table 5. Changes in Ex-N, trimethylamine oxide (TMAO)-N, trimethylamine (TMA)-N and total creatinine-N of Alaska pollack *sikhae* during fermentation (mg/100 g)

Temp. (°C)	Fermentation days	Ex-N	TMA-N	TMAO-N	Total creatinine-N	Amino-N <sup>2)</sup>
5	0	326.00 (0.78) <sup>3)</sup>	0.36 (0.01)	7.42 (0.11)	31.13 (<0.01)	102.22 (0.22)
	14	277.58 (6.23)	0.76 (0.01)	5.54 (0.01)	37.42 (0.21)	135.92 (0.08)
	28	358.34 (4.59)	0.46 (<0.01)	5.77 (0.02)	32.55 (<0.01)	159.33 (0.17)
20	0	326.00 (0.78)	0.36 (0.01)	7.42 (0.11)	31.13 (<0.01)	102.22 (0.22)
	15	441.20 (2.47)	2.66 (0.01)	5.55 (0.03)	23.18 (<0.01)	242.04 (0.16)
	29	550.76 (6.35)	2.75 (<0.01)	7.50 (0.06)	23.87 (0.20)	284.92 (0.08)
Alt. temp. <sup>1)</sup>	0	326.00 (0.78)	0.36 (0.01)	7.42 (0.11)	31.13 (<0.01)	102.22 (0.22)
	16	488.38 (4.63)	1.78 (0.01)	4.86 (0.03)	27.45 (<0.01)	206.44 (0.08)
	27	581.89 (0.89)	2.38 (0.01)	5.16 (0.03)	29.00 (<0.01)	271.00 (0.40)

<sup>1)</sup>Alt. temp.: Fermented at 5°C after 10 days fermentation at 20°C.

<sup>2)</sup>Amino-N: Calculated by Formal titration method (10).

<sup>3)</sup>Mean value (standard deviation) (n=3).

는데(Table 5), 숙성온도에 따라 크게 좌우되었다. 그러나 20°C와 변온조건을 비교하면 큰 차이는 없었다. 이러한 함량을 명태식해 제조시 첨가된 어육의 비율(47.4%)을 감안하면 멸치액젓의 함량(447~1,497 mg%)(23)과 비슷하였다. Ex-N에 대한 비율은 아미노질소 함량이 1/2이상을 차지하였으며 다음으로 total creatinine, TMAO-N 및 TMA-N 순이었다. 이상과 같이 명태식해의 총 엑스분에 대한 분석된 엑스분의 회수율이 약 44~65%이므로 아직 분석되지 않은 미지의 물질이 많을 것으로 생각된다.

TMAO-N의 함량은 숙성기간에 따라 5°C, 20°C 및 변온은 각각 5.54~7.42, 5.55~7.50 및 4.86~7.42 mg% 범위의 값을 가졌고 TMA-N은 5°C의 경우를 제외하고는 나머지 온도조건에서는 증가하였다. 일반적으로 TMAO는 단백한 단맛을 가지므로 수산동물육의 맛에 영향을 미치는 정미성분으로 알려져 있으며, 세균의 환원작용에 의해 TMA로 환원된다고 알려져 있다(12). Hayashi 등(24)은 게 Ex-N성분 중에서 TMAO가 136~410 mg%로 다량 함유되어 있으나, 게 특유의 맛을 내는데 거의 관계하지 않는다고 보고하였다. 본 실험에서도 식해 특유의 맛을 내는데 TMAO의 역할은 적을 것으로 생각된다.

Total creatinine은 숙성중 큰 변화 없이 5°C, 20°C 및 변온에서 각각 31.13~37.42, 23.18~31.13 및 27.45~31.13 mg%의 값을 가졌는데, total creatinine은 creatine과 creatinine을 합한 값으로, creatine은 쓴맛과 떫은 맛을 내는 물질이라고 보고되고 있다(25).

## 요 약

명태식해의 산업화를 위한 기초자료를 제공하고자 고중 및 저문을 통하여 전통적 방법으로 명태식해를 제조한 다음 숙성온도를 5°C, 20°C, 변온(10일간 20°C에 숙성후 5°C에서 저장) 구간으로 저장하면서 이화학적 및 정미성분 분석을 실시한 결과는 다음과 같다. 명태식해의 일반성분은 숙성중

큰 변화가 없었고, 전당은 5.63~13.41% 범위로 숙성기간이 경과할수록, 숙성온도가 높을수록 함량이 많이 감소하였다. pH는 5°C에서 저장한 식해를 제외하고 숙성기간에 따라 감소하여 3.8~4.4 범위를 유지한 반면에 총산, 아미노질소 및 VBN함량은 숙성기간과 함께 함량이 증가하였으며 숙성온도가 높을수록 함량의 증가폭이 컸고 변온의 경우는 이러한 함량의 증가를 억제시켰다. 불휘발성유기산은 lactic, citric, malic acid의 순으로 식해의 신맛에 영향을 미쳤다. 유리아미노산(taste value로 환산한 경우)에서는 단맛과 감칠맛과 관련이 있는 aspartic acid, glutamic acid, alanine, lysine과 쓴맛을 내는 valine, methionine 등이 숙성기간에 따라 증가하였으며 hypoxanthine이 핵산관련물질의 대부분을 차지하였다. 엑스분질소(Ex-N)의 함량은 숙성기간중 277~581 mg% 범위였으며, Ex-N의 1/2이상을 아미노질소가 차지하고 있었고 다음으로 총 creatinine-N, TMAO-N 및 TMA-N 순이었다.

## 감사의 글

본 연구는 2000년도 강릉대학교 동해안해양생물자원연구센터의 연구비 지원(과제번호 2-5-0)에 의하여 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

## 문 헌

1. Lee CH, Cho TS, Lim MH, Kang JW, Yang HC. 1983. Studies on the Sik-hae fermentation made by flat-fish. *Kor J Appl Microbiol Bioeng* 11: 53-58.
2. Cha YJ, Lee CE, Jeong EK, Kim H, Lee JS. 2002. Physiological functionalities of traditional Alaska pollack *sikhae*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 559-565.
3. Jung HS, Lee SH, Woo KL. 1992. Effect of salting levels on the changes of taste constituents of domestic fermented flounder *Sikhae* of Hamkyeng-do. *Korean J Food Sci Technol* 24: 59-64.
4. Souane M, Kim YB, Lee CH. 1987. Microbial characterization of *Gajami sik-hae* fermentation. *Korean J Apply Microbiol Bioeng* 15: 150-157.

5. Lee NH, Oh SW, Kim YB. 1996. Biochemical changes in muscle protein of squid *sikhae* during fermentation: effects of temperature and moisture content. *Korean J Food Sci Technol* 28: 292-297.
6. Kim SM, Jeong IH, Cho YJ. 1994. 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. *Bull Korean Fish Soc* 27: 215-222.
7. AOAC. 1980. *Official methods of analysis*. 13th ed. Association of official analytical chemists, Washington DC.
8. 日本醬油研究所. 1985. しょうゆ試験法. 三雄印, 東京. p 19-20.
9. Ministry of Social Welfare of Japan. 1960. Guide to experiment of sanitary inspection-I. Volatile basic nitrogen. p 30-32.
10. Jang SM. 1998. Studies on aroma-active compounds in Kimchi during fermentation. *MS Thesis*. Changwon National University, Korea.
11. Cho GS. 1983. Changes in non-volatile organic acid composition of some shellfishes during processing of boiled-dried product. *MS Thesis*. National Fisheries University of Busan, Korea.
12. Lee EH, Kim SK, Jeon JK, Cha YJ, Chung SH. 1981. The taste compounds in boiled-dried anchovy. *Bull Korean Fish Soc* 14: 194-200.
13. Cha YJ, Cadwallader KR. 1998. Aroma-active compounds in skipjack tuna sauce. *J Agric Food Chem* 46: 1123-1128.
14. Cha YJ, Kim H, Jang SM. 1998. Flavor and taste-active compounds in blue mussel hydrolysate produced by protease. *J Food Sci Nutr* 3: 15-21.
15. Lee EH, Koo JG, Ahn CB, Cha YJ, Oh KS. 1984. A rapid method for determination of ATP and its related compounds in dried fish and shellfish products using HPLC. *Bull Korean Fish Soc* 17: 368-372.
16. Hashimoto Y, Okaichi T. 1957. On the determination of trimethylamine and trimethylamine oxide. A modification of the Dyer method. *Bull Japan Soc Sci Fish* 23: 269-272.
17. Ryu BM, Jeon YS, Song YS, Moon GS. 1996. Physico-chemical and sensory characteristics of anchovy added Kimchi. *J Korean Soc Food Nutr* 25: 460-469.
18. Kato H, Rhue MR, Nishimura T. 1989. Role of free amino acids and peptides in food taste: Trends and developments. In *Flavor chemistry*. Teranishi R, Buttery RG, Shahidi F, eds. American Chemical Society, Washington, DC. p 158-174.
19. Weir GSD. 1986. Protein hydrolysates as flavourings. In *Developments in food protein-4*. Hundson BJF, ed. Elsevier Applied Science, New York. p 175-217.
20. Sanceda NG, Kurata T, Arakawa N. 1990. Overall quality and sensory acceptance of a lysine-fortified fish sauce. *J Food Sci* 55: 983-988.
21. Hayashi T, Yamaguchi K, Konosu S. 1981. Sensory analysis of taste-active compounds in the extract of boiled snow crab meat. *J Food Sci* 46: 479-483.
22. Park YH, Chang DS, Kim SB. 1997. Textural property by processing: Rheological property in foods. In *Sea food processing and utilization*. Park YH, Chang DS, Kim SB, eds. Hyungseul Press, Seoul. p 445-456.
23. Park CK. 1995. Extractive nitrogenous constituents of anchovy sauce and their quality standardization. *Korean J Food Sci Technol* 27: 471-477.
24. Hayashi T, Yamaguchi K, Konosu S. 1978. Studies on flavor components in boiled crabs- II: Nucleotides and organic bases in the extracts. *Bull Japan Soc Sci Fish* 44: 1357-1362.
25. Rusell MS, Baldwin E. 1975. Creatine thresholds and implication for flavor of meat. *J Food Sci* 40: 429-430.

(2004년 8월 16일 접수; 2004년 9월 30일 채택)