

오징어(*Todarodes paxificus*) 식해의 제조시 발효 온도 및 염도의 최적화 공정 개발

한대원 · 김소라 · 임미진¹ · 조순영^{1*}

강릉원주대학교 식품과학과, ¹강릉원주대학교 동해안해양생물자원연구센터

Optimal Processing Conditions of Fermentation Temperature and Sea Salt Concentration for Preparing Squid *Todarodes paxificus* Sikhae

Dae-Won Han, So-Ra Kim, Mi-Jin Im¹ and Soon-Yeong Cho^{1*}

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

Squid Sikhae is traditional salt-fermented food in Korea. We evaluated the standardization of optimal processing conditions for desirable quality-controlled squid Sikhae using analyses of physicochemical properties, microbiological species, and organoleptic tests. Among several squid Sikhae preparation processes, the optimal fermentation temperature, sun-dried sea salt concentration, and fermentation period for squid Sikhae of acceptable quality were 10°C, 4%, and 6 days, respectively. Amino-N and volatile basic nitrogen (VBN) contents of the acceptable quality squid Sikhae were 162.51 mg/100 g and 15.25 mg/100 g, respectively.

Key words: Squid Sikhae, Sun-dried sea salt, Standardization of processing conditions, Fermentation temperature

서론

참오징어(*Todarodes paxificus*)는 주로 우리나라 동해안에서 생산되며 어민들의 주요 소득원 중의 하나이다. 이와 같은 오징어는 타우린, DHA, EPA 등과 같은 각종 영양소가 풍부하여 (Hwang et al., 2008) 예로부터 회, 건제품, 조미포, 젓갈 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 젓산균을 비롯한 미생물과 생성된 유기산에 의한 부패방지는 물론 식용에 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, 시장성측면에서도 장점이 많다. 그러나, 식해에 관한 연구는 이화학적 및 미생물학적 성상에 관한 연구조차도 거의 이루어

어져 있지 않다(Kim and Cho., 2012). 식해는 최근 건강 지향적인 식품의 소비가 증가함에 따라 염 함량이 낮은 양념 젓갈의 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 소형어패류를 이용하므로 연근해 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 염도

Article history:

Received 20 November 2012; Revised 27 November 2012; Accepted 5 December 2012

*Corresponding author: Tel: +82. 33. 640. 2335 Fax: +82. 33. 648. 3831

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

Kor J Fish Aquat Sci 45(6) 627-634, December 2012

<http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2012.0627>

pISSN:0374-8111, eISSN:2287-8815

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

가 높으며 비위생적 생산 유통으로 인해 유통 중 품질안정화를 기대하기 어렵다(Cho et al., 2001). 따라서 본 논문에서는 오징어 식해 제품의 생산 시 품질 균일성을 추구하며 기호성과 건강성을 포함한 제품의 품질안정화 기법 등을 살펴볼 목적으로 오징어 식해의 최적 발효 온도와 염농도를 구명하고자 시도하였다.

재료 및 방법

재 료

본 연구에 사용한 대조균인 시판 오징어 식해는 속초시 소재의 정이푸드빌 및 고바우 식품에서 각각 구매하여 사용하였다. 그리고, 시제 오징어 식해의 제조를 위한 원료 중 오징어 (*Todarodes paxificus*; 원산지, 대한민국)는 강릉시 중앙시장에서 구입하여 사용하였고, 소금은 천일염(해표(주), 국내산)을 이용하였으며, 당장용 첨가제는 백설탕(홈플러스(주), 국내산)과 물엿(오투기(주), 국내산)을 이용하였다. 그리고, 기타 식해 나머지 부재인 고춧가루(해찬들(주), 국내산), 마늘(신아원, 국내산), 생강(농협, 국내산), 미원(대상(주), 국내산), 무우(농협, 국내산), 좁쌀(홈플러스(주), 국내산) 등은 강릉시 소재 농협 하나로마트에서 각각 구입하여 사용하였다.

오징어 식해 제조

오징어 식해의 제조를 위하여 라운드 상태의 오징어는 내장 및 껍질과 다리를 제거한 후 몸통육만을 취해서 잘게 세절한 후 원물 대비 24시간 동안 염장(천일염 20%) 및 24시간 동안 당침(설탕 6%, 물엿 6%)하였다. 이어서 오징어 식해는 당침 오징어를 세척하고, 2시간 동안 탈수한 후 여기에 원물대비 고춧가루 6%, 마늘 4%, 생강 1%, monosodium glutamate 2%, 좁쌀 8%, 절인무 50%를 넣고 버무려 양념한 후 용기에 담아 숙성시켜 제조하였다. 오징어 식해의 최적숙성 온도는 5℃, 10℃ 및 15℃에서 숙성하면서, 염도는 2%, 3%, 4%, 5%, 및 6%로 각각 달리하여 제조한 후 이들의 숙성 중 이화학적 및 미생물학적 변화로 규명하였다.

미생물 농도수 및 pH

숙성 중 오징어 식해의 총균수의 측정을 위하여 시료 10 g에 멸균 식염수 90 mL를 혼합 분쇄하여 10진법으로 희석하였다. 각각의 희석액 1 mL를 각각의 3 M film에 접종하고, 유산균은 Di Plate count agar BCP배지를 부어 혼합한 다음 37℃에서 48시간 동안 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

휘발성염기질소(VBN)의 함량은 마쇄한 오징어 식해를 사용하여 Conway unit을 사용하는 micro diffusion method (Pharmaceutical Society of Japan, 1980)로 측정하였다. 즉, 시료 2 g에 20% trichloroacetic acid용액 2 mL와 증류수 16 mL를 혼합한 뒤 homogenizer (T25digital, IKA, Korea)로 마쇄한 다음 이를 여과하여 Conway unit에 주입 후 37℃에서 80분 동안 방치하고 0.01 M HCl로 적정하여 측정하였다.

아미노질소 함량

아미노질소 함량은 Formol 적정법(Choi et al., 2007)으로 측정하였다. 즉, 시료 g에 중성 포르말린 용액 20 mL를 가하고, 여기에 0.1 N NaOH를 가하여 pH 8.4가 될 때까지 적정한 다음 그 소비량 (mL)으로 계산하여 함량을 나타내었다.

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 오징어 식해의 품질 특성

시판 오징어 식해의 이화학적, 미생물학적 특성을 분석한 다음, 이를 시제 오징어 식해의 품질 지표로 이용할 목적으로 시판 식해의 pH, 휘발성염기질소 (VBN), 아미노 질소, TBA 값 및 염도를 분석한 결과는 Table 1과 같다. 시판 오징어 식해 squid sikhae A와 squid sikhae B의 pH는 각각 4.22와 4.17이었고, VBN 함량은 각각 34.15 및 45.01 mg/100 g이었으며, 아미노질소 함량은 각각 123.09 및 178.62 mg/100 g이었다. 또한, 시판 오징어 식해 squid sikhae A 및 squid sikhae B의 TBA 값은 두 제품 모두 0.35, 그리고 염도는 각각 5.60% 및 5.47%이었다. 또한, 시판가자미식해와 명태식해는 pH가 4.52-4.78이었고, 아미노질소 함량은 248.96-380.20 mg/100 g 그리고 VBN 함량 및 염도, TBA값에서 전체적으로 오징어식해에 비해 높은 값을 나타내었다.

시판 식해의 미생물학적 특성은 Table 2와 같다. 시판 오징어 식해의 총균수는 각각 4.00×10^6 CFU/g 및 8.21×10^6 CFU/g

Table 1. Chemical properties of commercial Sikhae

Commercial products	pH	VBN (mg/100 g)	Amino nitrogen (mg/100 g)	TBA (O.D.)	NaCl (%)
Squid sikhae A	4.22±0.01 ^b	34.15±0.91 ^a	123.09±0.72 ^a	0.35±0.02 ^c	5.60±0.01 ^b
Squid sikhae B	4.17±0.01 ^a	45.01±0.23 ^b	178.62±8.60 ^b	0.35±0.00 ^c	5.47±0.00 ^a
Flounder sikhae C	4.52±0.00 ^c	47.07±0.47 ^c	256.83±6.19 ^d	1.50±0.08 ^f	6.87±0.00 ^e
Flounder sikhae D	4.64±0.00 ^d	47.22±1.03 ^c	248.96±4.31 ^c	0.39±0.01 ^d	6.73±0.01 ^d
Flounder sikhae E	4.65±0.15 ^d	37.09±1.25 ^a	358.28±9.17 ^e	0.57±0.05 ^e	6.07±0.00 ^c
Alaska pollack sikhae F	4.65±0.05 ^d	64.17±1.46 ^d	380.20±3.24 ^f	0.20±0.01 ^a	7.13±0.01 ^g
Alaska pollack sikhae G	4.78±0.00 ^e	43.28±3.64 ^b	261.46±3.29 ^d	0.26±0.03 ^b	7.00±0.00 ^f

Table 2. Microbiological properties of commercial Sikhae (unit: CFU/g)

Commercial products	Total viable cells	Yeast	mold	<i>E. coli</i>	Lactic acid bacteria
Squid sikhae A	4.00×10 ⁶	2.60×10 ²	N.D	N.D	3.01×10 ⁷
Squid sikhae B	8.21×10 ⁶	6.21×10 ²	N.D	N.D	1.95×10 ⁸
Flounder sikhae C	3.30×10 ⁶	1.72×10 ³	N.D	N.D	3.01×10 ⁷
Flounder sikhae D	5.35×10 ⁶	5.83×10 ³	N.D	N.D	6.05×10 ⁸
Flounder sikhae E	6.05×10 ⁷	5.92×10 ³	N.D	N.D	4.30×10 ⁸
Alaska pollack sikhae F	9.51×10 ⁶	4.21×10 ³	N.D	N.D	8.45×10 ⁷
Alaska pollack sikhae G	6.85×10 ⁶	3.24×10 ³	N.D	N.D	1.83×10 ⁷

Table 3. Changes of pH of the squid *Todarodes pacificus* Sikhae during fermentation at 5°C, 10°C and 15°C for 15 days. (unit: pH)

Temperature	Fermentation (days)					
	0	3	6	9	12	15
5°C	6.21±0.01 ^a	5.96±0.01 ^b	5.98±0.01 ^c	5.85±0.03 ^c	5.76±0.01 ^c	5.52±0.01 ^c
10°C	6.10±0.01 ^a	5.85±0.03 ^a	5.91±0.00 ^b	4.94±0.00 ^b	4.69±0.00 ^b	4.50±0.00 ^b
15°C	6.21±0.01 ^a	5.85±0.01 ^a	4.97±0.00 ^a	4.51±0.01 ^a	4.45±0.00 ^a	4.34±0.01 ^a

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

이었고, 효모는 각각 2.6×10^2 CFU/g 및 6.21×10^2 CFU/g이었으며, 곰팡이와 대장균은 두 제품 모두에서 검출되지 않았다. 그리고, 시판 오징어 식해의 젖산균은 각각 3.00×10^7 CFU/g 및 1.95×10^8 CFU/g 이었다. 또한, 시판가자미 식해 및 명태식해를 비교 분석해본 결과 총균수는 3.30×10^6 CFU/g - 6.05×10^7 CFU/g이었고, 효모는 1.72 - 5.92×10^3 CFU/g이었으며, 곰팡이와 대장균은 모든 제품에서 검출되지 않았다. 이러한 결과를 보아 미생물적 특성상 큰 차이는 나타나지 않았다.

발효기간 중 pH의 변화

일반적인 수산발효식품은 일반적으로 pH 5 이하가 되면 악취와 더불어 풍미에 악영향을 미치며, 유기산을 생성하여 상품성이 없다고 보고되어 있으며, pH는 식해의 품질특성에 중요한 영향을 미치는 인자이다(Park and Kim., 2002). 오징어 식해의 숙성 온도와 일수에 따른 pH 변화는 Table 3과 같다. 숙

성 온도와 일수에 따른 오징어 식해의 pH는 초기 (숙성 3일까지)의 경우 5.85-5.96 범위로 숙성 온도에 따른 차이가 크게 인지되지 않았다. 이후 오징어 식해의 pH는 숙성 6일째부터 식해 군간에 차이가 있어, 숙성 6일차에 15°C에서 숙성한 식해의 경우 5.85에서 4.96으로 감소하였고, 다른 식해들의 경우 5.91-5.98 범위로 유의적으로 차이가 없었다. 숙성 9일째 10°C, 15°C에 숙성한 식해의 pH는 5 이하로 떨어졌는데, 이러한 현상은 식해 제조 시 첨가되는 곡류에 따른 미생물의 활성 증가에 따라 유기산이 많이 생산되었기 때문으로 판단되었다. 이에 따라 고온에서 오징어 식해의 제조를 위한 발효는 급속히 진행되어 품질 관리가 다소 어려우리라 판단되었다. 즉, 5°C 에서 숙성한 오징어 식해의 pH는 9일차까지도 변화가 적었고, 이로 인하여 숙성기간이 길어졌다.

식염 농도와 숙성 기간에 따른 오징어 식해의 10°C에서 숙성 중 pH 변화는 Table 4와 같다. 오징어 식해의 pH는 6일차까

Table 4. Changes of pH of the different salinity squid *Todarodes paxificus* Sikhae during fermentation at 10°C for 10 days (unit: pH)

Salinity	Fermentation (days)					
	0	2	4	6	8	10
2%	6.04±0.02 ^d	6.20±0.11 ^d	5.80±0.03 ^a	5.82±0.12 ^a	4.84±0.00 ^a	4.69±0.00 ^b
3%	5.98±0.01 ^c	6.15±0.00 ^c	5.81±0.01 ^a	5.91±0.02 ^{ab}	5.44±0.03 ^b	4.54±0.01 ^a
4%	5.94±0.01 ^{bc}	6.08±0.01 ^b	6.08±0.01 ^b	5.99±0.01 ^b	5.44±0.03 ^b	5.06±0.02 ^c
5%	5.89±0.02 ^a	6.01±0.02 ^a	6.12±0.02 ^b	5.83±0.03 ^a	5.49±0.01 ^c	5.35±0.02 ^d
6%	5.93±0.03 ^{ab}	6.03±0.03 ^a	6.12±0.01 ^b	5.93±0.02 ^{ab}	5.76±0.02 ^d	5.54±0.02 ^e

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

Table 5. Changes of volatile basic nitrogen (VBN) of the squid *Todarodes paxificus* Sikhae during fermentation at 5°C, 10°C and 15°C for 15 days (unit: mg/100 g)

Temperature	Fermentation (days)					
	0	3	6	9	12	15
5°C	4.20±0.62 ^a	8.77±0.70 ^a	18.56±0.69 ^a	20.12±0.13 ^a	27.31±0.38 ^a	38.05±0.38 ^a
10°C	3.50±0.65 ^a	10.69±0.64 ^b	32.01±5.14 ^b	47.09±0.23 ^b	67.00±0.74 ^b	69.43±4.10 ^b
15°C	5.20±0.67 ^a	13.77±0.36 ^c	65.26±1.23 ^c	68.77±0.54 ^c	74.78±1.35 ^c	76.55±0.10 ^c

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

지 전 시료구간에서 완만히 감소하였으나 염도 2%, 3%의 저염 조건에서의 경우 5이하로 급격히 감소하는 경향을 보였다. 식염 농도에 따른 오징어 식해의 pH 변화폭은 염도가 높을수록 적었으며, 식염농도 4%, 5%, 및 6%로 숙성한 제품의 경우 각각 5.06, 5.35 및 5.54로 안정적이었고, 관능검사와 병행하여 실험한 결과 식염농도 4%에서 제조한 것이 기호도가 가장 우수하여(Table 13) 최적 식염 첨가농도를 4%로 결정하였다. 한편, Kim et al., (1994)은 강릉지방의 오징어 식해 개발에 관한 연구에서 젓갈의 숙성 중 염농도가 낮을수록, 온도는 높을수록 미생물의 활성 증가에 따른 유기산의 증가로 인해 pH는 급격히 감소하였다고 하였는데, 이는 본 연구와 유사하였다.

발효기간 중 휘발성염기질소(VBN)의 변화

여러가지 온도 (5°C, 10°C 및 15°C)에서 숙성 중 오징어 식해의 휘발성염기질소 함량 변화는 Table 5와 같다. 여러가지 온도 (5°C, 10°C 및 15°C)에서 숙성 중 오징어 식해의 휘발성염기질소 함량은 각 온도 구간별로 유의적인 큰 차이를 보였는데 숙성 3일차까지는 시료간의 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나 숙성 중 오징어 식해의 휘발성염기질소 함량은 -6일차 5°C, 10°C에서 숙성한 오징어 식해의 경우 각각 18.56 mg/100 g 및 32.01 mg/100 g으로서 시판 오징어 식해에 비하여 숙성이 진행 중인 상태로 판단되었고 15°C 숙성 6일차 오징어 식해의 경우 65.26 mg/100 g으로서 부패취가 느껴지고 초기부패가 진행되었음을 알 수 있었다. 여러가지 식염농도 (2, 3, 4, 5 및 6%)에 따른 오징어 식해의 10°C에서 숙성 중 VBN 함량은 Table. 6과 같다. 식염농도에 따른 숙성 중 오징어 식해 VBN

함량은 모든 시료에서 숙성 2일차까지는 의 경우 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 그러나, 숙성 중 식염농도를 달리한 오징어 식해 간의 휘발성염기질소 함량은 식염농도 2%의 오징어 식해의 경우 숙성 4일차에 31.98 mg/100 g으로 시판 오징어 식해와 비슷한 수치를 나타내었으며, 염도 3%의 오징어 식해의 경우 4-6일차에서 18.77-20.7 mg/100 g으로 시판 오징어 식해와 비슷하게 나타났다. 전체적으로 오징어 식해의 VBN 함량은 식염농도 2%, 3% 및 4%로 제조한 오징어 식해의 경우 6일차 이후로 급격히 상승하였으나 식염농도 5%, 6%의 오징어식해의 경우 숙성 10일차 까지도 각각 31.70 mg/100 g 및 16.07 mg/100 g을 나타내면서 숙성기간이 매우 오래 걸리는 현상을 보였다.

발효기간 중 아미노질소 함량의 변화

아미노질소량은 발효식품의 숙성도 지표로 이용될 뿐만 아니라 향미와 깊은 관련이 있기 때문에 중요한 품질 지표로 인식되고 있다. 숙성온도 (5°C, 10°C 및 15°C)에 따른 오징어 식해의 아미노질소 함량 변화는 Table 7과 같다. 숙성 온도에 따른 오징어 식해의 아미노질소 함량은 숙성 기간 3일차까지의 경우 시료간의 유의적으로 차이가 없었으나 6일차부터 15°C에서 숙성한 경우 아미노질소 함량이 251.19 mg/100 g으로 급격히 상승하였고, 숙성 5°C, 10°C에서 숙성한 경우 9일차부터 서로에 유의적으로 큰 차이를 보여 주었다. Kim et al. (1993)은 오징어 젓갈에 관한 연구에서 아미노질소량은 숙성온도가 높을수록, 염농도가 낮을수록 아미노질소량의 생성 속도는 빨라졌다고 보고하여 본 실험결과와 유사하였다. 각 식해시료들을

Table 6. Changes of volatile basic nitrogen (VBN) of the different salinity squid *Todarodes paxificus* Sikhae during fermentation at 10°C for 10 days (unit: mg/100 g)

Salinity	Fermentation (days)					
	0	2	4	6	8	10
2%	5.91±1.18 ^a	6.88±0.05 ^{ab}	31.98±4.33 ^b	51.28±0.68 ^e	59.41±0.78 ^d	73.98±0.96 ^e
3%	5.05±0.62 ^a	6.42±0.79 ^{ab}	18.78±11.52 ^a	20.75±0.22 ^d	49.56±0.29 ^c	69.20±0.41 ^d
4%	5.47±0.55 ^a	7.33±1.20 ^{ab}	9.39±0.49 ^a	12.25±0.21 ^c	45.12±1.17 ^b	63.17±0.80 ^c
5%	4.54±0.35 ^a	5.67±0.30 ^a	10.22±0.64 ^a	11.11±0.42 ^b	15.56±0.29 ^a	31.71±0.16 ^b
6%	4.39±0.34 ^a	7.69±0.51 ^b	9.12±0.11 ^a	8.61±0.70 ^a	14.16±0.22 ^a	16.07±0.89 ^a

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

Table 7. Changes of amino nitrogen of the squid *Todarodes paxificus* Sikhae during fermentation at 5°C, 10°C and 15°C for 15 days (unit: mg/100 g)

Temperature	Fermentation (days)					
	0	3	6	9	12	15
5°C	110.01±1.00 ^a	182.26±2.86 ^b	192.82±3.12 ^a	196.87±3.03 ^a	204.23±3.54 ^a	203.90±5.74 ^a
10°C	115.01±0.50 ^a	176.37±0.85 ^a	198.07±3.24 ^a	246.37±3.90 ^b	256.71±8.01 ^b	274.44±1.71 ^b
15°C	113.02±1.00 ^a	190.49±2.22 ^c	251.19±9.68 ^b	307.75±1.27 ^c	294.00±8.00 ^c	332.93±9.73 ^c

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

Table 8. Changes of amino nitrogen of the different salinity squid *Todarodes paxificus* Sikhae during fermentation at 10°C for 10 days (unit: mg/100 g)

Salinity	Fermentation (days)					
	0	2	4	6	8	10
2%	158.19±2.71 ^b	156.73±4.05 ^{bc}	173.82±4.39 ^b	174.59±2.54 ^c	186.35±4.48 ^c	222.33±5.66 ^b
3%	124.72±4.79 ^a	148.82±3.24 ^{ab}	156.49±3.33 ^a	162.26±0.89 ^b	185.84±1.70 ^c	226.76±4.38 ^b
4%	130.94±9.32 ^a	162.00±7.89 ^c	167.18±4.87 ^b	162.52±4.31 ^b	193.48±1.79 ^d	218.47±9.81 ^b
5%	137.13±5.73 ^a	139.41±2.36 ^a	157.20±0.62 ^a	147.42±1.21 ^a	172.56±0.79 ^a	193.47±4.14 ^a
6%	130.39±6.81 ^a	161.54±4.85 ^c	168.15±5.50 ^b	160.24±2.39 ^b	179.43±2.39 ^b	201.09±1.48 ^b

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

VBN함량과 비교 검토해 보았을 때 비례적으로 아미노질소 함량 수치가 상승하였으며 숙성 3-6일차 사이가 시판 오징어 식해의 아미노질소 함량과 비슷한 수준을 나타냈음을 알 수 있었다. 식염농도 2%, 3%, 4%, 5% 및 6%로 하여 10°C에서 숙성한 오징어 식해의 아미노질소 함량은 Table 8과 같다. 염농도에 따른 오징어 식해의 아미노질소 함량은 염도에 따라 서로 유의적으로 차이를 보였다. 여러가지 염농도로 제조한 오징어 식해의 아미노질소 함량은 식염농도 5%, 6%로 제조한 경우 숙성 10일차까지 각각 193.47 mg/100 g 및 201.91 mg/100 g으로 상승폭이 가장 적었으며 2%, 3% 및 4%로 제조한 경우 222.33 mg/100 g, 226.76 mg/100 g 및 218.12 mg/100 g으로 시료간에 유의적으로 차이가 없었다. 또한 초기숙성이 완료된 6일차에 관능검사를 통하여 식염농도 4%의 오징어식해 맛이 가장 좋았으며, 이때 아미노질소 함량은 162.51 mg/100 g 수

준이었다. Kim et al., (1993)은 오징어 젓갈에 관한 연구에서 아미노질소량은 숙성온도가 높을수록, 염농도가 낮을수록 아미노질소량의 생성 속도는 빨라졌다고 하는데, 본 실험결과와 유사하한 결과이었다.

발효기간 중 총균수의 변화

온도를 달리하여 숙성한 오징어 식해의 숙성 중 총균수의 변화는 Table 9와 같다. 숙성 온도를 달리한 오징어 식해의 총균수는 숙성 0일차의 경우 2.12×10^4 - 2.14×10^4 CFU/g으로 시료간의 유의적인 차이는 없었다. 오징어 식해의 총균수는 숙성 3일차의 경우 15°C 시료에서 2.20×10^7 CFU/g으로 시판 식해보다 높았고, 숙성온도 5°C, 10°C의 시료는 각각 4.6×10^5 CFU/g 및 5.9×10^5 CFU/g으로 15°C에 숙성한 것에 비하여 낮았다. 또한, 오징어 식해의 총균수는 숙성 6일차에 15°C

Table 9. Changes of total viable cells of the squid *Todarodes pacificus* Sikhae during fermentation at 5°C, 10°C and 15°C for 15 days (unit: CFU/g)

Temperature	Fermentation (days)					
	0	3	6	9	12	15
5°C	2.12×10^4	4.60×10^5	6.60×10^5	9.20×10^5	1.18×10^7	4.40×10^7
10°C	2.13×10^4	9.40×10^5	1.33×10^7	5.40×10^7	1.06×10^8	6.30×10^7
15°C	2.14×10^4	2.24×10^7	1.24×10^8	1.63×10^8	3.60×10^8	3.80×10^8

Table 10. Changes of total viable cells of the different salinity squid *Todarodes pacificus* Sikhae during fermentation at 10°C for 10 days (unit: CFU/g)

Salinity	Fermentation (days)					
	0	2	4	6	8	10
2%	4.40×10^5	1.51×10^7	3.12×10^8	4.81×10^9	3.32×10^9	1.21×10^9
3%	3.51×10^5	1.20×10^6	3.02×10^8	1.52×10^9	3.11×10^9	4.51×10^8
4%	1.40×10^5	1.51×10^5	1.71×10^8	2.91×10^8	8.22×10^8	4.50×10^8
5%	1.60×10^5	1.60×10^5	4.42×10^7	8.13×10^7	4.61×10^8	4.50×10^8
6%	1.21×10^5	1.11×10^5	8.31×10^6	1.42×10^8	3.80×10^8	3.62×10^8

Table 11. Changes of total viable lactic acid bacteria of the squid *Todarodes pacificus* Sikhae during fermentation at 5°C, 10°C and 15°C for 15 days (unit: CFU/g)

Temperature	Fermentation (days)					
	0	3	6	9	12	15
5°C	2.11×10^5	2.60×10^5	1.02×10^6	8.80×10^6	3.43×10^7	3.43×10^7
10°C	2.12×10^5	1.21×10^6	2.28×10^7	2.13×10^9	1.97×10^9	3.00×10^9
15°C	2.21×10^5	7.33×10^5	1.12×10^9	1.39×10^9	9.16×10^8	9.12×10^8

에 숙성한 시료에서 1.2×10^8 CFU/g으로 나타났다. 숙성 마지막인 15일차에서는 5°C 숙성한 오징어 식해를 제외하고 10^8 CFU/g 이상의 균이 검출되었다. 여러가지 염농도 (2%, 3%, 4%, 5% 및 6%)로 처리하여 숙성한 오징어 식해의 숙성 총균수의 변화는 Table 10과 같다. 식염농도를 달리한 오징어 식해의 총균수는 숙성 2일차부터 시료간의 총균수가 유의적인 차이를 나타냈다. 식염농도 2%와 3% 시료의 총균수는 각각 1.51×10^7 CFU/g 및 1.21×10^6 CFU/g으로 나머지 식염농도 4%, 5% 및 6%의 시료들에 비해 급격히 증가하였다. 숙성 4일째까지 식염농도 5% 및 6%의 시료는 10^7 CFU/g 이하로서 다른 시료들에 비해 총균수의 증가가 비교적 안정하였지만 염도 4%의 오징어식해는 염도 2%, 3%의 오징어식해와 마찬가지로 급격히 총균수가 상승하였다. 이 실험을 통하여 각각 시료의 숙성 일차별 균상과 적정 숙성일을 예측할 수 있었다.

발효기간 중 유산균수의 변화

여러가지 숙성온도로 처리한 오징어 식해의 숙성 중 유산균수의 변화는 Table 11과 같다. 오징어 식해의 숙성 중 유산균수는 총균수와 마찬가지로 온도별로 시료간에 유의적으로 큰 차

이를 보였다. 오징어 식해의 숙성 중 유산균수는 숙성 6일차에 15°C의 시료의 경우 9.12×10^8 CFU/g으로 최대치를 보였으며 그 이후로는 점점 감소하였고, 5°C, 10°C의 시료의 경우 숙성 9일까지 급격히 상승하다가 그 후로는 서서히 증가하는 경향을 보였다. 10°C의 숙성한 오징어 식해의 유산균수는 시판 식해의 유산균수와 비교해 볼 때 6일차에서 2.22×10^7 CFU/g으로 비슷하게 나타났다. 식염 농도를 달리한 오징어 식해의 유산균수의 변화는 Table 12와 같다. 오징어 식해의 유산균수는 식염농도 2%를 제외한 모든 오징어식해에서 초기 숙성 2일차까지의 경우 $3.2-8.6 \times 10^5$ CFU/g을 나타냈다. 식염농도 2%, 3%의 오징어식해의 유산균수는 총균수와 마찬가지로 숙성 중 급격하게 증가하였으며 10일차에 식염농도 2%, 3%의 오징어 식해에서 $1.5-1.7 \times 10^9$ CFU/g이었다.

제품의 관능검사

식염 농도를 달리하여 10°C에서 6일간 숙성한 오징어 식해의 관능검사 결과는 Table 13과 같다. 오징어 식해에 대한 관능검사 결과 맛이나 향에 대한 선호도는 식염농도 4%의 오징어식해에서 각각 5.7, 3.2점을 받았으며 총점 4.3점으로 가장 좋았

Table 12. Changes of total viable lactic acid bacteria of the different salinity squid *Todarodes paxificus* Sikhae during fermentation at 10°C for 10 days (unit: CFU/g)

Salinity	Fermentation (days)					
	0	2	4	6	8	10
2%	3.11×10 ⁵	1.70×10 ⁶	3.02×10 ⁸	6.10×10 ⁸	5.23×10 ⁸	1.53×10 ⁹
3%	1.22×10 ⁵	3.22×10 ⁵	2.41×10 ⁸	5.12×10 ⁸	1.97×10 ⁹	1.77×10 ⁹
4%	9.01×10 ⁵	4.34×10 ⁵	2.74×10 ⁷	4.28×10 ⁸	9.55×10 ⁸	4.38×10 ⁸
5%	4.12×10 ⁵	8.61×10 ⁵	3.97×10 ⁷	4.14×10 ⁷	4.44×10 ⁸	3.22×10 ⁸
6%	4.48×10 ⁵	3.82×10 ⁵	5.51×10 ⁶	5.12×10 ⁷	2.12×10 ⁸	1.54×10 ⁸

Table 13. Results on the sensory evaluation of squid *Todarodes paxificus* Sikhae fermented at 10°C for 6 days

Salinity	Flavor	Taste	Color	Texture	Overall acceptance
2%	1.0 ± 0.0 ^a	2.2 ± 0.8 ^a	3.0 ± 1.2 ^a	3.3 ± 1.4 ^a	2.3 ± 0.9 ^a
3%	2.3 ± 1.6 ^{ab}	2.2 ± 1.1 ^a	3.0 ± 1.2 ^a	3.3 ± 1.4 ^a	2.7 ± 0.5 ^{ab}
4%	3.2 ± 2.2 ^b	5.7 ± 1.9 ^b	3.7 ± 1.4 ^a	4.7 ± 1.5 ^a	4.3 ± 1.0 ^c
5%	3.5 ± 1.6 ^b	4.5 ± 1.5 ^b	3.7 ± 1.4 ^a	4.5 ± 1.1 ^a	4.1 ± 0.5 ^c
6%	3.5 ± 1.6 ^b	4.1 ± 1.6 ^b	3.7 ± 1.4 ^a	3.7 ± 1.5 ^a	3.8 ± 0.3 ^{bc}

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

고 색과 조직감에서는 모든 시료에서 유의적인 차이가 없었다. 염도 2%와 3%의 오징어식해는 식해의 고유의 짠맛이 느껴지지 않고, 약간의 산패취가 느껴져서 맛과 향에서 낮은 점수를 얻었고, 염도 5%와 6%의 오징어식해는 짠맛이 너무 강하여 향에서는 점수가 좋았으나 맛에서 낮은 점수를 얻었다.

오징어(*Todarodes paxificus*) 식해의 제조 표준화 설정

이상과 같이 오징어식해의 제조 숙성 중 관능검사와 함께 이화학적 분석, 미생물학적 실험을 통하여 종합 검토해 본 결과, pH와 VBN 함량을 통하여 숙성온도 15°C의 오징어식해제품에 급격한 변화가 일어남을 확인하였는데, 이는 곡류에 의한 미생물의 활성 증가에 따라 유기산이 많이 생산되는 것이 원인이라고 사료된다. 이와 같이 고온에서의 발효 및 유통은 식해의 품질을 급속히 저하시키기 때문에 오징어식해는 저온에서 발효 및 유통이 이루어져야 될 것으로 판단되었다. 그런데, 5°C 숙성시료의 경우는 숙성이 지나치게 더디게 진행되어 장기간 숙성을 행해야하는 문제점 생오징어식해제조의 최적온도는 10°C인 것으로 판단 결정하였고, 또한 시판오징어식해와 이화학적으로나 미생물적으로도 비슷한 숙성도를 나타낸 6일 차를 숙성 적정기간으로 판단하였다. 식염농도 2%, 3%의 오징어식해에서는 VBN함량 및 아미노질소 함량과 pH를 동시에 조사비교해 본 결과 숙성이 빨리 되고 금방 부패하는 경향이 있었고, 관능검사를 통하여 비교해 본 결과 식해고유의 짠맛이 느껴지지 않고 약간의 산패취가 느껴져 낮은 점수를 얻었다. 이에 비해서 식염농도 4%, 5% 및 6%등의 오징어식해제

품들은 완만한 숙성진행결과를 보여주었다. 또 관능적으로 식염농도 5% 및 6%의 오징어식해제품은 관능적으로 너무 짜서 낮은 점수를 받았으며, 식염농도 4%인 오징어식해가 4.3점으로 가장 좋은 평가를 받았다. 이때의 오징어식해의 pH와 VBN 함량은 5.99 및 12.25 mg/100 g 정도였으며 아미노질소 함량은 162.52 mg/100 g을 나타내었고, 총균수와 유산균수는 각각 8.29 CFU/g, 8.40 CFU/g 수준을 나타내었다. pH와 VBN함량은 시판오징어식해제품에 비해 다소 낮았던 반면, 아미노질소 함량과 총균수와 유산균수는 시판오징어식해제품과 비슷한 수준이었고, 관능검사를 통하여 최종적으로 종합 평가한 결과, 오징어식해의 적정염도는 4%인 것으로 판단하였다.

사 사

본 연구는 농림수산식품부 기술개발과제(311056-3, 2012년도)에 의해 수행된 결과입니다. 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Arnold H and Brown D. 1978. Histamine toxicity from fish products. *Adv Food Res* 24, 113-154.
- Cha YJ, Kim SJ, Jeong EJ, Kim H, Cho WJ and Woo MY. 2004. Studies on taste compounds in Alaska Pollack sikhae during fementation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33, 1512-1515.
- Cho WI and Kim SM. 2012. The Biofunctional Activities and Shelf-life of Low-salt Squid Sikhae. *Korean J Food Sci*

- Technol, 61-68.
- Choi C, Lee HD and Choi HJ. 2001. A study on quality characteristics and establishment of fermentation process for traditional Kyungsando squid sikhe. 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.
- 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.
- Kim YM, Jeong YM and Hong JH. 1993. Processing conditions for low-salted squid Jeotkal. Bull Korean Fish Soc 26, 312-320.
- Keskinel A, Ayres JC and Hnyer HE. 1964. Determination of oxidative changes of meats by the 2-thiobarbituric acid method. J Food Tech 18, 223-228.
- Lee YK, Shin MS, Jhong DY, Hong YH and Lim HS. 1989. Changes of Kimchis Contained Different Garlic Contents During Fermentation. J Korean Soc Food Sci 21, 68-74.
- Park JH and Kim SM. 2002. Property changes of the salt-seasoned and fermented the broken roes of Alaska pollock stuffed into cellulose casing. Korean J Food Sci Technol 34, 220-224.
- Park SM, Park CK, Lee KT and Kim SM. 1998. Changes in taste compound of low salt fermented pollack tripe during controlled freezing point aging. Korean J Food Sci Technol 30, 49-53.
- Song HN, Lee DG, Han SW, Yoon HK and Hwang IK. 2005. Quality change of salted and semidried mackerel fillets by UV treatment during refrigerated storage. Kor J Food Cook Sci 21, 662-668.
- Takahashi T. 1935. Distribution of trimethylamine oxide in the piscine and molluscan muscle. Bull Jap Soc Sci Fish 41, 91.