

가자미(*Verasper moseri Jordan et Gilberu*)식해의 최적 발효 조건(온도 및 염도)

한대원¹ · 한호준 · 김덕기 · 임미진¹ · 조순영^{2*}

강릉원주대학교 식품과학과, ¹강릉원주대학교 동해안해양생물자원연구소, ²강릉원주대학교 식품가공유통학과

Optimal Fermentation Conditions (Temperature and Salt Concentration) for Preparing 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 a traditional salt-fermented food in Korea. We investigated the optimal processing conditions for desirable quality-controlled flounder sikhae by analyzing the physiochemical properties, microbiological species, and organoleptic properties. The optimal fermentation temperature, salt concentration, and fermentation period for preparing flounder sikhae of acceptable quality were 10°C, 4%, and 14 days, respectively. The amino-N and volatile basic nitrogen (VBN) contents of the acceptable quality flounder sikhae were 243.65 mg/100 g and 44.25 mg/100 g, respectively.

Key words: Flounder sikhae, Sikhae, Dried sea salt, Fermentation condition, Fermentation temperature

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 숙성시킴으로써 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, 가자미 식해에 관한 연구는 이화학적 및 미

생물학적 성상에 관한 연구나 표준화에 대한 연구는 많이 이루어져 있지 않다. 가자미식해는 최근 건강 지향적인 식품의 소비 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 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 낮

Article history;

Received 24 September 2013; Revised 11 October 2013; Accepted 21 October 2013

*Corresponding author: Tel: +82. 33. 640. 2730 Fax: +82. 33. 647. 2732

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

Kor J Fish Aquat Sci 46(6) 689-695, December 2013

<http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2013.0689>

pISSN:0374-8111, eISSN:2287-8815

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

고 지나치게 염도가 높으며 비위생적 생산 유통으로 인해 유통 중 품질안정화를 기대하기 어렵다(Cho et al., 2001).

본 논문에서는 가자미식해 제품의 생산 시 품질 균일성을 추구하며 기호성과 건강성을 포함한 제품의 품질안정화 기법 등을 살펴볼 목적으로 가자미 식해의 최적 발효 온도, 시기와 염농도를 구명하고자 시도하였다.

재료 및 방법

재 료

가자미 식해의 제조를 위한 원료 중 가자미(*Verasper moseri* Jordan et Gilberu)는 강원도 강릉시 소재 중앙시장에서 구입하여 사용하였고, 소금은 천일염(해표(주), 국내산)을 이용하였으며, 당장용 첨가제는 백설탕(홈플러스(주), 국내산)과 물엿(오뚜기(주), 국내산)을 이용하였다. 그리고, 기타 식해 부재료인 고춧가루(해찬들(주), 국내산), 마늘(신야원, 국내산), 생강(농협, 국내산), monosodium glutamate (대상(주), 국내산), 무(농협, 국내산), 좁쌀(홈플러스(주), 국내산) 등은 강릉시 소재 농협 하나로마트에서 각각 구입하여 사용하였다.

가자미 식해의 제조

가자미 식해의 제조를 위하여 라운드(round) 상태의 가자미는 내장 및 껍질을 제거한 후 육 만을 취해서 잘게 세절한 후 24 시간 동안 염장(전처리 어체에 대하여 천일염 20%, w/w) 하였다. 이어서 가자미 식해는 염장 가자미를 세척하고, 2 시간 동안 탈수한 후 여기에 염장 가자미에 대하여 고춧가루 6% (w/w), 마늘 4% (w/w), 생강 1% (w/w), monosodium glutamate 2% (w/w), 좁쌀 8% (w/w), 절인무 50% (w/w)를 넣고 버무려 양념한 후 용기에 담아 숙성시켜 제조하였다. 가자미 식해의 최적숙성 온도는 5, 10 및 15℃에서 숙성하면서, 염도는 24시간 동안 염장(전처리 어체에 대하여 천일염 20%, w/w)한 가자미육을 세척하여 원물의 염도를 각각 조절한 후 양념을 첨가하여 2, 3, 4, 5, 및 6%로 각각 달리하여 제조한 후 이들의 숙성 중 이화학적(pH, VBN함량, 아미노질소함량), 미생물학적(총균수) 및 관능적 변화로 규명하였다.

총균수 및 pH

숙성 중 가자미 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 48 시간 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 가자미 식해를 사용하여 Conway unit을 사용하는 micro diffusion method (Pharmaceutical Society of Japan, 1980)로 측정하였다. 즉, 휘발성염기질소 함량은 시료 2 g에 20 % trichloroacetic acid 용액 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 10 g에 증성 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 잘 훈련된 20-30대 대학원생 15인의 panel을 구성하여 이들 식해의 향기, 맛, 색, 조직감과 같은 관능 항목과 전체적인 기호도에 대해 9단계 평점법(매우 나쁘다, 1점; 매우 좋다, 9점)으로 평가하여 나타내었다.

통계분석

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

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). 가자미식해의 숙성 온도와 일수에 따른 pH 변화는 Table 1과 같다. 염도는 4%로 맞추었으며, 숙성 온도와 일수에 따른 가자미 식해의 pH는 초기(숙성 7일까지)의 경우 5.99-6.14 범위로 숙성 온도에 따른 차이가 크게 인지되지 않았다. 이후 가자미 식해의 pH는 숙성 14일째부터 식해 군간에 차이가 있었다. 가자미 식해의 pH는 숙성 14 일차에 15℃에서 숙성한 식해의 경우 5.99에서 4.55으로 급격히 감소하였고, 5, 10℃에서 숙성한 식해들의 경우 각각 5.99-5.61, 5.99-4.68 범위로 감소하였다. 식해의 pH는 숙성 14

Table 1. Changes of pH of the flounder *Verasper moseri Jordan et Gilberu sikhae* during fermentation at 5, 10 and 15°C for 28 days (Unit, pH)

Temperature	Fermentation days				
	0	7	14	21	28
5°C	5.99±0.01 ^a	6.14±0.01 ^c	5.61±0.10 ^b	5.70±0.00 ^c	5.06±0.01 ^c
10°C	5.99±0.01 ^a	6.07±0.01 ^b	4.68±0.00 ^a	4.47±0.00 ^b	4.40±0.00 ^b
15°C	5.99±0.01 ^a	6.00±0.01 ^a	4.55±0.01 ^a	4.39±0.00 ^a	4.33±0.01 ^a

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

Table 2. pH of flounder *Verasper moseri Jordan et Gilberu sikhae* during fermentation at 10°C for 28 days as affected by salt concentration (Unit, pH)

Salinity	Fermentation days				
	0	7	14	21	28
2%	6.10±0.02 ^a	5.25±0.04 ^b	4.73±0.04 ^a	4.78±0.01 ^a	4.79±0.00 ^a
3%	6.10±0.02 ^a	5.13±0.01 ^a	4.88±0.00 ^b	4.65±0.14 ^a	4.72±0.00 ^b
4%	6.10±0.02 ^a	5.53±0.02 ^d	4.97±0.01 ^c	4.97±0.00 ^b	4.92±0.00 ^c
5%	6.10±0.02 ^a	5.51±0.01 ^c	4.93±0.02 ^{bc}	4.79±0.01 ^a	4.70±0.00 ^a
6%	6.10±0.02 ^a	5.90±0.02 ^e	5.78±0.02 ^d	5.14±0.02 ^c	5.20±0.03 ^d

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

Table 3. Changes of volatile basic nitrogen (VBN) content of the flounder *Verasper moseri Jordan et Gilberu sikhae* during fermentation at 5, 10 and 15°C for 28 days (Unit, mg/100 g)

Temperature	Fermentation days				
	0	7	14	21	28
5°C	8.02±0.55 ^a	19.77±0.70 ^a	19.26±0.69 ^a	24.86±0.73 ^a	28.44±1.25 ^a
10°C	8.02±0.55 ^a	20.69±0.64 ^a	20.29±5.14 ^b	33.61±0.70 ^b	44.80±6.61 ^b
15°C	8.02±0.55 ^a	30.77±0.36 ^b	35.91±1.23 ^c	41.69±0.93 ^c	97.51±4.07 ^c

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

일째부터 10, 15°C에 숙성한 경우 5 이하로 떨어졌는데, 이러한 현상은 식해 제조 시 첨가되는 곡류에 따른 미생물의 활성 증가에 따라 유기산이 많이 생산되었기 때문으로 판단되었다(Kim and Cho., 1994). 이에 따라 고온에서 가자미 식해의 제조를 위한 발효는 급속히 진행되어 품질 관리가 다소 어려우리라 판단되었다. 또한, 5°C에서는 숙성한 가자미 식해의 pH는 28일차 까지도 변화가 적었고, 이로 인하여 숙성기간이 너무 길어졌다. 이러한 결과를 토대로 본 실험에서는 식해의 발효를 10°C에서 실시하면서 염도에 따른 실험을 진행하였다.

식염 농도와 숙성 기간에 따른 가자미 식해(10°C)의 숙성 중 pH 변화는 Table 2와 같다. 숙성 0일차에는 24 시간 동안 염장

(전처리 어체에 대하여 천일염 20%, w/w)한 가자미를 세척하여 염를 제거하면서 염도를 맞추었기 때문에 이화학적, 미생물학적으로 큰 변화가 없을 것으로 사료되어 한가지 시료로 측정하여 같은 pH값을 나타내고 있다. 가자미를 가자미식해의 pH는 7일차까지 전 시료구간에서 완만히 감소하였으나 이후 저염 조건(2, 3%)에서의 경우 5 이하로 급격히 감소하는 경향을 보였다. 식염 농도에 따른 가자미 식해의 pH 변화폭은 염도가 높을수록 적었으며, 식염농도 4, 5, 및 6%로 숙성한 제품의 경우 28 일차까지도 각각 4.92, 4.70 및 5.20로 안정적이었고, 관능검사와 병행하여 실험한 결과 식염농도 4%에서 제조한 것이 기호도가 가장 우수하여(Table 9) 최적 식염 첨가농도를 4%로 결

Table 4. Volatile basic nitrogen (VBN) content of the flounder *Verasper moseri Jordan et Gilberu sikhae* during fermentation at 10°C for 28 days as affected by salt concentration

Salinity	Fermentation days				
	0	7	14	21	28
2%	9.41±0.01 ^a	54.25±2.55 ^e	52.10±0.69 ^d	62.18±0.68 ^d	78.99±0.25 ^d
3%	9.41±0.01 ^a	46.70±0.58 ^d	48.46±0.17 ^c	51.31±0.22 ^c	71.89±1.20 ^c
4%	9.41±0.01 ^a	37.10±0.51 ^c	44.25±0.90 ^b	55.33±0.21 ^c	64.46±0.93 ^b
5%	9.41±0.01 ^a	33.39±0.65 ^a	43.40±1.73 ^b	55.27±0.42 ^b	63.56±0.75 ^b
6%	9.41±0.01 ^a	34.33±1.33 ^b	40.90±0.63 ^a	45.16±0.70 ^a	57.99±2.81 ^a

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

Table 5. Changes of amino nitrogen (NH₂-N) content of the flounder *Verasper moseri Jordan et Gilberu sikhae* during fermentation at 5, 10 and 15°C for 28 days

Temperature	Fermentation days				
	0	7	14	21	28
5°C	163.05±3.40 ^a	174.13±5.36 ^a	184.85±8.02 ^a	192.59±2.81 ^b	192.60±3.60 ^a
10°C	163.05±3.40 ^a	187.21±3.09 ^b	195.72±1.37 ^a	183.99±1.99 ^a	206.88±3.06 ^b
15°C	163.05±3.40 ^a	195.62±4.40 ^b	201.50±0.78 ^b	260.49±1.27 ^c	304.06±2.94 ^c

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

Table 6. Amino nitrogen (NH₂-N) content of the flounder *Verasper moseri Jordan et Gilberu sikhae* during fermentation at 10°C for 28 days as affected by salt concentration

Salinity	Fermentation days				
	0	7	14	21	28
2%	176.66±0.85 ^a	214.48±4.23 ^b	217.03±1.07 ^b	251.81±5.36 ^c	289.28±0.64 ^e
3%	176.66±0.85 ^a	195.68±3.77 ^a	237.92±10.03 ^a	241.03±0.51 ^b	266.60±0.39 ^c
4%	176.66±0.85 ^a	216.30±1.49 ^b	234.65±3.74	236.07±6.89 ^{ab}	268.33±0.20 ^d
5%	176.66±0.85 ^a	204.21±10.78 ^{ab}	218.21±6.23 ^a	232.03±1.78 ^{ab}	241.26±0.54 ^b
6%	176.66±0.85 ^a	209.74±0.58 ^b	220.74±2.46 ^b	228.47±0.13 ^a	239.03±0.30 ^a

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

정하였다. 한편, Kim et al. (1994)은 강릉지방의 가자미 식해 개발에 관한 연구에서 젓갈의 숙성 중 염 농도가 낮을수록, 온도는 높을수록 미생물의 활성 증가에 따른 유기산의 증가로 인해 pH는 급격히 감소하였다고 하였는데, 이는 본 연구와 유사하였다.

발효기간 중 휘발성염기질소(VBN) 함량의 변화

여러 조건의 온도(5, 10 및 15°C)에서 숙성 중 가자미 식해의

VBN 함량 변화는 Table 3과 같다. 여러 조건의 온도(5, 10 및 15°C)에서 숙성 중 가자미 식해의 VBN 함량은 각 온도 구간별로 유의적인 큰 차이를 보였는데 숙성 7일차까지는 15°C 제외하고 시료간의 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나 숙성 중 가자미 식해의 VBN 함량은 21 일차 5, 10°C에서 숙성한 가자미 식해의 경우 각각 24.86 mg/100 g 및 33.61 mg/100 g 으로서 시판 가자미 식해의 평균 VBN 함량 43.47 mg/100 g (Cho et al.,

Table 7. Changes of total viable cells of the flounder *Verasper moseri Jordan et Gilberu sikhae* during fermentation at 5, 10 and 15°C for 28 days

Temperature	Fermentation days				
	0	7	14	21	28
5°C	3.91×10 ⁵	1.52×10 ⁶	3.60×10 ⁶	5.21×10 ⁶	4.18×10 ⁷
10°C	3.91×10 ⁵	4.40×10 ⁷	1.33×10 ⁷	6.40×10 ⁷	1.06×10 ⁸
15°C	3.91×10 ⁵	7.24×10 ⁷	2.24×10 ⁸	4.63×10 ⁸	8.60×10 ⁹

(Unit, CFU/g)

Table 8. Total viable cells of the flounder *Verasper moseri Jordan et Gilberu sikhae* during fermentation at 10°C for 28 days as affected by salt concentration

Salinity	Fermentation days				
	0	7	14	21	28
2%	4.12×10 ³	1.41×10 ⁶	2.12×10 ⁷	3.43×10 ⁸	1.02×10 ⁹
3%	4.12×10 ³	7.20×10 ⁵	8.14×10 ⁶	4.21×10 ⁸	7.40×10 ⁸
4%	4.12×10 ³	1.21×10 ⁵	2.11×10 ⁶	3.91×10 ⁷	5.21×10 ⁸
5%	4.12×10 ³	9.01×10 ⁴	1.04×10 ⁵	4.23×10 ⁶	1.11×10 ⁸
6%	4.12×10 ³	1.26×10 ⁴	2.12×10 ⁴	3.43×10 ⁵	4.60×10 ⁷

(Unit, CFU/g)

2012) 비하여 낮아 숙성이 진행 중인 상태로 판단되었고 15°C 숙성 28일차 가자미 식해의 경우 97.51 mg/100 g으로서 부패취가 느껴, 초기부패가 진행되었음을 알 수 있었다. 식염농도(2, 3, 4, 5 및 6%)에 따른 가자미 식해의 10°C에서 숙성 중 VBN 함량은 Table 4과 같다. 식염농도에 따른 숙성 중 가자미 식해의 VBN 함량은 모든 시료에서 숙성 7일차부터 유의적인 차이가 나타났다. 숙성 중 식염농도를 달리한 가자미 식해 간의 VBN 함량은 식염농도 3%로 숙성한 가자미 식해의 경우 숙성 7일차에 46.70 mg/100 g으로, 염도 4%로 숙성한 가자미 식해의 경우 7-14일차에서 37.10-44.25 mg/100 g으로 시판 가자미 식해와 비슷하게 나타났다. 전체적으로 가자미 식해의 VBN 함량은 식염농도 2, 3 및 4%로 제조한 가자미 식해의 경우 7 일차 이후로 급격히 상승하였으나 식염농도 6%로 숙성한 가자미식해의 경우 숙성 28일차 까지도 57.99 mg/100 g을 나타내면서 숙성기간이 매우 오래 걸리는 현상을 보였다.

발효기간 중 아미노질소 함량의 변화

아미노질소 함량은 발효식품의 숙성도 지표로 이용될 뿐만 아니라 향미와 깊은 관련이 있기 때문에 중요한 품질 지표로 인식되고 있다. 숙성온도(5, 10 및 15°C)에 따른 가자미 식해의 아미노질소 함량 변화는 Table 5와 같다. 숙성 온도에 따른 가자미 식해의 아미노질소 함량은 숙성 기간 7일차까지의 경우 10, 15°C에서는 유의적인 차이가 없었으나 4°C에서의 가자미식해

는 174.13 mg/100 g으로 낮은 아미노질소 함량을 나타냈다. 14일차부터 15°C에서 숙성한 경우 아미노질소 함량이 201.50 mg/100 g으로 급격히 상승하였고, 숙성 5, 10°C에서 숙성한 경우 21 일차부터 서로 간에 유의적으로 차이를 보여 주었다. Kim et al. (1993)은 오징어 젓갈에 관한 연구에서 아미노질소 함량은 숙성온도가 높을수록, 염 농도가 낮을수록 생성 속도는 빨라졌다고 보고하여 본 실험결과와 유사하였다. 각 식해 시료들을 VBN 함량과 비교 검토해 보았을 때 비례적으로 아미노질소 함량이 상승하였으며 숙성 21-28일차 사이가 시판 가자미 식해의 아미노질소 함량(Cho et al., 2012, 213.04 mg/100 g)과 비슷한 수준을 나타내었다. 식염농도 2, 3, 4, 5 및 6%로 하여 10°C에서 숙성한 가자미 식해의 아미노질소 함량은 Table 6과 같다. 염 농도에 따른 가자미 식해의 아미노질소 함량은 염도에 따라 서로 유의적으로 차이를 보였다. 여러가지 염 농도로 제조한 가자미 식해의 아미노질소 함량은 14-21일차에 217.03-251.81 mg/100 g으로 시판 식해와 비슷한 수준의 아미노질소 함량을 나타내었다. 식염농도 6%의 가자미식해가 숙성저장 28일까지 아미노질소 함량이 239.03 mg/100 g으로 가장 낮은 수치를 나타냈으며, 전체적으로 VBN 함량의 증가와 비례적인 증가를 나타내었다. 또한 초기숙성이 완료된 14일차에 관능검사를 통하여 식염농도 4%의 가자미식해 맛이 가장 좋았으며, 이때 아미노질소 함량은 234.65 mg/100 g 수준이었다. Kim et al. (1993)은 오징어 젓갈에 관한 연구에서 아미노질소량은 숙성온도가

Table 9. Results on the sensory evaluation of flounder *Verasper moseri Jordan et Gilberu* sikhae fermented at 10°C for 14 days as affected by salt concentration

Salinity	Flavor	Taste	Color	Texture	Overall acceptance
2%	2.0 ± 0.1 ^a	2.7 ± 0.8 ^a	3.6 ± 1.2 ^a	3.3 ± 1.3 ^a	1.7 ± 0.9 ^a
3%	2.3 ± 1.3 ^{ab}	3.5 ± 1.1 ^a	3.4 ± 1.2 ^a	4.3 ± 1.5 ^a	3.3 ± 0.5 ^b
4%	3.6 ± 2.2 ^b	5.2 ± 1.9 ^b	3.7 ± 1.3 ^a	4.6 ± 1.4 ^a	5.3 ± 1.0 ^c
5%	3.4 ± 1.4 ^b	4.7 ± 1.5 ^b	3.3 ± 1.4 ^a	4.3 ± 1.2 ^a	4.9 ± 0.5 ^c
6%	3.2 ± 1.2 ^b	4.3 ± 1.6 ^b	3.7 ± 1.2 ^a	4.5 ± 1.3 ^a	4.8 ± 0.3 ^{bc}

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

높을수록, 염 농도가 낮을수록 아미노질소량의 생성 속도는 빨라졌다고 보고 하였고, 본 실험결과와 유사한 결과였다.

발효기간 중 총균수의 변화

온도를 달리하여 숙성한 가자미 식해의 숙성 중 총균수의 변화는 Table 7과 같다. 숙성 온도를 달리한 가자미 식해의 총균수는 숙성 0일차의 경우 3.91×10^5 CFU/g 으로 염장 기간동안 가자미육의 변화로 인해 다소 높은 총균수를 나타냈다. 가자미 식해의 총균수는 숙성 7일차의 경우 15°C 시료에서 7.24×10^7 CFU/g으로 시판 식해 10^5 - 10^6 CFU/g (Cho et al, 2012)보다 높았고, 숙성온도 5, 10°C의 시료는 각각 1.52×10^6 및 4.40×10^7 CFU/g으로 15°C에 숙성한 것에 비하여 낮았다. 또한, 가자미 식해의 총균수는 숙성 14 일차에 15°C에 숙성한 시료에서 2.24×10^8 CFU/g으로 나타났다. 숙성 마지막차인 28 일차에서는 5°C에서 숙성한 가자미 식해를 제외하고 10^8 CFU/g 이상의 균이 검출되었다. 여러가지 염농도(2, 3, 4, 5 및 6%)로 처리하여 숙성한 가자미 식해의 숙성 총균수의 변화는 Table 8과 같다. 식염농도를 달리한 가자미 식해의 총균수는 숙성 7일차부터 시료간의 총균수가 유의적인 차이를 나타냈다. 온도별 가자미식해와 0일차 총균수가 차이가 나타나는데 이는 원물유통과정 및 가자미 제조과정 등 환경의 차이로 인하여 나타나는 것으로 사료된다. 식염농도 2와 3% 시료의 총균수는 각각 1.41×10^6 CFU/g 및 7.20×10^5 CFU/g으로 나머지 식염농도 4, 5 및 6%의 시료들에 비해 급격히 증가하였다. 숙성 14일째까지 식염농도 5 및 6%의 시료는 10^5 CFU/g 이하로서 다른 시료들에 비해 총균수의 증가가 비교적 안정하였지만 염도 4%의 가자미식해는 염도 2, 3%의 가자미식해 보다 안정하게 총균수가 상승하였다. 이것을 pH와 연계하여 볼 때 pH가 낮아 질수록 총균수가 증가함을 보여 주는데 이는 유기산의 증식과 관련되어 보인다. 또한 Kim et al. (2012)에서는 오징어식해의 총균수와 유산균수의 변화가 거의 비슷한 수준으로 나타나는데, 이것으로 볼 때 총균수 중 유산균수가 많이 차지함을 예측할 수 있었다.

제품의 관능검사

식염 농도를 달리하여 시판식해의 이화학적, 미생물학적(Cho et al, 2012) 수치로 가장 비슷한 10°C에서 14 일간 숙성한 가자미식해의 관능검사를 실시 하였으며, 결과는 Table 9와 같다. 가자미식해를 혀로 느끼는 맛이나 씹는 동안 향에 대한 선호도는 염도 4%가 맛과 향에서 각각 5.2, 3.6 점으로 가장 높은 점수를 받았다. 그러나 통계적으로 염도 5, 6%와 유의적인 차이를 나타내지는 않았다. 모든 가자미식해의 색과 조직감에서는 유의적인 차이를 나타내지 않았으며, 총점 또한 염도 5, 6%와 유의적인 차이를 나타내지는 않았으나 염도 4% 가자미식해가 5.3 점으로 가장 좋은 점수를 나타냈다.

가자미(*Verasper moseri Jordan et Gilberu*) 식해의 제조 표준화 설정

이상과 같이 가자미식해의 제조 숙성 중 관능검사와 함께 이화학적 분석, 미생물학적 실험을 통하여 종합 검토해 본 결과, pH와 VBN 함량을 통하여 숙성온도 15°C의 가자미식해에 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 가자미식해는 저온에서 발효 및 유통이 이루어져야 될 것으로 판단되었다. 또한, 5°C 숙성시료의 경우는 본 연구과제 특성상 기업체의 유통 및 개발조건 등을 고려하여 볼 때, 숙성이 지나치게 더디게 진행되어 장기간 숙성을 행해야하는 문제점으로 인하여 가자미 식해 제조의 최적온도는 10°C인 것으로 결정하였고, 또한 시판가자미식해와 이화학적으로나 미생물적으로도 비슷한 숙성도를 나타낸 14일차를 숙성 적정기간으로 판단하였다. 그리하여 10°C의 온도에서 숙성한 식염농도 2, 3%의 가자미식해에서는 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 느껴

저 낮은 점수를 얻었다. 이에 비해서 식염농도 4, 5 및 6%등의 가자미식해는 완전한 숙성진행결과를 보여주었다. 또 관능적으로 식염농도 5 및 6%의 가자미식해는 관능적으로 너무 짜서 낮은 점수를 받았으며, 식염농도 4%인 가자미식해가 5.3점으로 가장 좋은 평가를 받았다. 이때의 가자미식해의 pH와 VBN 함량은 4.97 및 44.25 mg/100 g 정도였으며 아미노질소 함량은 243.65 mg/100 g을 나타내었고, 총균수는 2.11×10^6 CFU/g 수준으로 시판가자미식해의 총균수 $3.30-8.21 \times 10^6$ CFU/g (Cho et al, 2012)과 비슷한 수준을 나타내었다. pH와 VBN함량은 시판가자미식해에 비해 다소 낮았던 반면, 아미노질소 함량과 총균수는 시판가자미식해와 비슷한 수준이었고, 관능검사를 통하여 최종적으로 종합 평가한 결과, 가자미식해의 적정염도는 4%인 것으로 판단하였다.

사 사

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

References

- Arnold H and Brown D. 1978. Histamine toxicity from fish products. *Adv Food Res*, 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 fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 1512-1515.
- Cho SY, Han DW, Kim SR and Im MJ. 2012. Optimal processing conditions of fermentation temperature and sea salt concentration for preparing squid *Todarodes paxificus* sikhae. *Kor J Fish Aquat Sci* 46, 640-647.
- Cho WI and Kim SM. 2012. The biofunctional activities and shelf-life of low-salt squid sikhae. *Korean J Food Sci Technol*, 61-68.
- Cho SY, Kim SR, Im MJ and Han DW. 2012. Optimal Processing Conditions of Fermentation Temperature and Sea Salt Concentration for Preparing Squid *Todarodes paxificus* Sikhae. *Kor Fish Aquat Sci* 46, 627-634. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2012.0627>.
- 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*, 118-127.
- Hwang SH and Youn KS. 2008. Stability and quality characteristics of squid liver oil during refining process. *Food Eng Prog*, 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*, 366-372.
- Kim SM, Jeong IH and Cho YJ. 1994. The development of squid sikhae in Kangnung district: 1. The effects of fermentation temperatures and periods on the properties of squid sikhae. *Bull. Korean Fish.*, 215-222.
- Kim SR, Han DW, Im MJ and Cho SY. 2012. Optimal processing conditions and concentrations for red pepper powder and crushed garlic in the manufacture of squid *Todarodes paxificus* sikhae. *Kor Fish Aquat Sci*, 640-647.
- Kim YM, Jeong YM and Hong JH. 1993. Processing conditions for low-salted squid jeotkal. *Bull Korean Fish Soc*, 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*, 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*, 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*, 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*, 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*, 662-668.
- Takahashi T. 1935. Distribution of trimethylamine oxide in the piscine and molluscan muscle. *Bull Jap Soc Sci Fish*, 91.