

Thermophilic bacillus로 제조한 속성 도루묵(*Arctoscopus japonicus*) 액젓의 이화학적 특성

남기호* · 장미순 · 박희연 · 곽원주

국립수산과학원 식품위생가공과

Physiochemical Characteristics of Rapidly Processed Salt-fermented Sandfish *Arctoscopus japonicus* Sauce with Thermophilic bacillus

Ki Ho Nam*, Mi Soon Jang, Hee Yeon Park and Won Ju Kwak

Food Safety and Processing Division, National Institute of Fisheries Science, Busan 46083, Korea

This study was conducted to characterize the rapidly processed salt-fermented sandfish sauce added *Bacillus coagulans* KM-1 (RSSH) and commercial salt-fermented sandfish sauce (CSSS 1, 2). Contents of total nitrogen and amino nitrogen were higher in CSSS 1,2 than in RSSH ($P<0.05$). Total free amino acid contents of RSSH and CSSS 1,2 were $1,121.2\pm 100$ mg/100 g, $1,553.6\pm 98.2$ mg/100 g and $1,507.3\pm 99.8$ mg/100 g. Major free amino acid of RSSH was glutamic acid (194.4 ± 17.3 mg/100 g), alanine (140.8 ± 12.6 mg/100 g), lysine (135.1 ± 12.1 mg/100 g), leucine (109.8 ± 9.8 mg/100 g), aspartic acid (103.0 ± 9.2 mg/100 g), valine (73.5 ± 6.6 mg/100 g) in order. The samples were caused by their composition of the free amino acids ratios, in which were umami, sweet and bitter taste in the salt-fermented sandfish sauce during fermentation. The Na was the largest mineral followed by K, Mg, P, Ca in the samples ($P<0.05$). Sensory evaluation result of samples, CSSS 1 was the highest than the others in overall acceptance.

Key words: Thermophilic bacillus, Physiochemical characteristics, Sandfish sauce, Rapid processing, Fermentation

서 론

도루묵(*Arctoscopus japonicus*)은 농어목 도루묵과에 속하는 어류로 우리나라 동해를 비롯하여 일본 서부연안 및 북해도, 캄차카, 사할린, 알라스카 등 북태평양에 주로 분포하고 있다 (NFRDI, 2004). 우리나라에서는 지역에 따라 도루묵, 도로뽕이, 돌목어라고 불리고 있으며 한자로는 목어(木魚/目魚), 은어(銀魚)라고 한다. 도루묵은 수심 140-400 m의 모래가 섞인 펄 바닥에 주로 서식하며, 어릴 때 깊은 곳으로 이동하여 서식하다 산란 연령이 되면 동해연안으로 몰려와 산란한다. 산란기는 11-12월이고, 수심 2-10 m, 수온 2-13°C 되는 해조류가 번성한 연안에서 산란한다(Yang et al., 2012). 도루묵은 전량 연근해에서 생산되고 있으며 최근 10년간(2005-2014) 우리나라 도루묵 어획량은 2,401-6,306 M/T (연평균 4,003 M/T)으로 2000년대 이후 증가하여 2014년에는 4,686 M/T이 어획되고 있다 (KOSIS, 2015). 특히 동해에서는 일시에 많은 양이 어획되지

만 한정된 소비경향으로 많은 도루묵이 남는 실정이다. 도루묵에 관한 연구를 살펴보면 도루묵 어묵의 제조(Byoung et al., 2014)와 자원회복 및 자원량 추정(Yang et al., 2008; Lee et al., 2006; Myoung et al., 2002)등 주로 자원에 대한 연구들이 대부분 차지하고 있으며 도루묵을 가공소재로 이용한 식품 연구는 아직까지 부족한 실정이다. 현재 일본에서는 도루묵에 대한 많은 연구가 진행되고 있으며(Watanabe et al., 2005; Sakuramoto et al., 2001) 도루묵을 이용한 다양한 종류와 품질의 액젓(숯쓰루)을 만들어 고부가가치 지역특산품으로 판매되고 있다. 또한 이를 사용하여 나베, 카야키, 계란찜, 카레 그리고 파스타 등의 요리에도 다양하게 사용되고 있다. 그러나 우리나라의 도루묵 소비경향을 살펴보면 주로 선어상태로 국내에 유통되어 구이나 찌개 등으로 이용되고 있으며 그 사용량이 한정됨에 따라 도루묵을 활용한 가공소재로서의 활용이 절실히 필요한 실정이다.

한편, 액젓은 어패류에 식염을 첨가하여 1-3년간 자연 발효시킨 것을 여과한 것으로 다른 수산가공품의 생산에 비하여 발

<http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2015.0674>



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.

Korean J Fish Aquat Sci 48(5) 674-680, October 2015

Received 7 October 2015; Revised 29 October 2015; Accepted 29 October 2015

*Corresponding author: Tel: +82. 51. 720.2652 Fax: +82. 51. 720.2669

E-mail address: dennis011@korea.k

효기간이 수개월간 또는 수년간 소요됨에 따라 사업채산성이 떨어지고 발효과정 중 미생물에 의한 유해물질이 생산될 확률이 높기 때문에 고온발효(Thermophilic fermentation)를 통해 부패성 미생물의 발육이 억제된 상태에서 신속한 발효를 하고자 하였다. 따라서 본 연구에서는 고온성 유산균인 *Bacillus coagulans* KM-1 균주를 이용하여 속성발효시킨 도루묵 액젓을 제조하여 일본에 시판 중인 도루묵액젓 제품과 성분분석을 통해 품질비교를 하였다. 또한 우리나라 동해안에서 일시 대량 생산되는 도루묵의 가격안정 및 부가가치 향상을 목적으로 속성 도루묵액젓 개발을 통해 다양한 액젓 시장을 확대하고 액젓산업의 경쟁력을 향상시키는 자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

속성 도루묵액젓의 제조에 사용한 도루묵(raw anchovy, *Arctoscopus japonicus*)은 선도가 양호한 생 도루묵을 인근의 대형 마트에서 대량 구입하여 사용하였으며 소금은 전남 신안산 천일염을 시중에서 구입하였다. 도루묵의 체장은 67.3 ± 0.7 cm ($n=20$), 체중은 21.5 ± 0.4 g ($n=20$)이었다. 소금은 신안산 천일염을 구입하여 사용하였으며 대조구인 시판 재래식 도루묵액젓은 제조사가 각각 다른 상품을 일본 지역 시내 마트에서 구입하여 실험실에서 상온(24°C) 보관하면서 실험에 사용하였다.

균주

한국미생물보존센터에 등록된 고온성 미생물 *Bacillus coagulans* KM-1 (KCCM11298P)을 구입하여 Nutrient broth (NB, Difco, Sparks, Maryland, USA)에 접종시켜 50°C에서 24시간 동안 배양시킨 후 속성 도루묵액젓 제조실험에 사용하였다. 본 실험한 사용한 고온성 유산균인 *B. coagulans*는 *Bacillus*속에 속하는 균주로서 그람 양성균이며 간균의 형태를 하고 있다. 발효시 젖산(lactic acid)을 생산하며 성장온도는 30-55°C이고 최적 성장온도는 50°C (122°F)이다(*B. coagulans*-Wikipedia, the free encyclopedia).

도루묵액젓의 속성제조

도루묵액젓의 속성제조 공정도를 Fig. 1에 나타내었다. 즉, 선도가 양호한 생도루묵 20 kg을 chopper (한국후지공업 M-12S)로 분쇄한 후 회전식 발효기(HAEMA 50L-2, 110×50×65 cm) 넣고 55°C, pH 6.0의 조건에서 24시간 동안 반응시켜 도루묵 자가소화효소 가수분해물을 제조하였다. 자가소화가 끝난 가수분해물에 중량에 대하여 10% (w/w)에 해당하는 글루코스를 첨가한 후 *B. coagulans* KM-1 균수가 1.0×10^7 CFU/mL 접종된 배양액 5% (w/w)를 접종하여 50°C에서 48시간 동안 발효시키는 방법으로 도루묵 유산균 발효물을 제조하였다. 제조된 유산균 발효물에 대하여 23% (w/w)소금을 첨가하고 실온

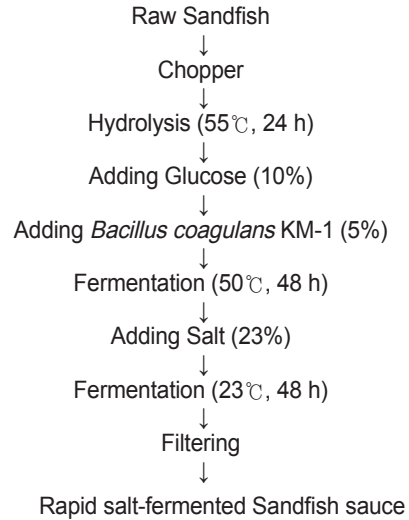


Fig. 1. Processing flowsheet of the rapid salt-fermented sandfish *Arctoscopus japonicus* sauce using *Bacillus coagulans* KM-1.

에서 48시간 동안 방치시킨 다음 필터프레스로 여과(한국필터, KFA-200MM-10CH, 130×50×70cm)하였으며 여과가 끝난 액은 뚜껑이 달린 유리병에 주입 후 실온(24°C)에 보관하면서 실험에 사용하였다. 통상적으로 저온 및 중온에서의 발효에서는 잡균의 번식을 방지하기 위해 살균과정을 필수적으로 실시하여야 하나 본 연구에서 사용한 고온발효에서는 발효가 고온에서 이루어지기 때문에 재료에 대한 살균과정을 거치지 않았다.

일반성분 및 염도측정

일반성분의 분석은 AOAC법(1995)에 따라 방법에 준하여 실시하였다. 수분은 상압가열건조법, 조단백질은 Auto Kjeldahl System (Bunchi B-324/435/124, Switzerland; Metrohm 8-719/806, Switzerland)을 사용하여 분석하였으며 조지방은 에테르를 용제로 한 Soxhlet 추출법, 조회분은 건식회화법으로 측정하였다. 염도는 Mohr 법으로 측정하였으며 모든 측정은 3회 반복 측정하여 평균값±표준편차로 나타내었다.

총질소, 아미노질소, 휘발성염기질소, pH 및 산도 측정

총질소는 Auto Kjeldahl System (Buchi B-324/435/124, Switzerland; Metrohm 8-719/806, Switzerland)을 사용하여 분석하였으며 아미노질소 함량은 Formol 적정법(Ohara, 1982)에 따라 측정하였다. 즉, 도루묵액젓 5 mL에 증류수 250 mL를 가하여 30분 동안 교반한 후, 교반용액 25 mL를 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.5로 조정하고 다음 Formaldehyde 용액(pH 8.5) 20 mL를 가하고 pH가 낮아지면 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.5까지 다시 적정하였다. 휘발성염기질소는 Conway unit를 사용하는 미량화산법(KFN, 2000)으로 측정하였으며 pH는 도루

묵액젓에 10배량의 순수를 가하고 vortexing (vortex 2-genie, USA)하여 pH meter (200L Istek, USA)로 측정하였고 산도는 pH를 측정한 시료 100 mL에 중성 포르말린으로 중화한 NaOH 용액을 가하여 pH가 8.3이 될 때까지 소요된 용액의 mL수로 나타내었다(JSSRI, 1985).

유리아미노산 측정

유리아미노산은 전보(Nam et al., 2012)와 같은 방법으로 분석용 시료를 조제한 다음, lithium buffer (pH 2.20, 0.20 M)로서 정용한 후 아미노산분석기(Sykam 433, Germany)를 사용하여 분석하였다.

무기질 측정

무기질은 도루묵액젓 500 mL 삼각플라스크에 일정량 취해 가열히터 위에서 진한 HCl 용액과 함께 습식분해(Yun et al., 2003) 시킨 후 일정량으로 정용한 다음, ICP (ICP-OES optima 8300 DV, perkinelmer, USA)로 K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn 및 P의 함량을 분석하였다.

관능평가

관능평가는 도루묵액젓에 익숙하도록 훈련된 9인의 panel을 구성한 후 속성 도루묵 도루묵액젓과 시판 도루묵액젓 1, 2의 색(color), 향(odor), 맛(taste), 종합평가(overall acceptance)의 4개 항목에 대하여 5단계 평점법(5: 아주 좋음, 4: 좋음, 3: 보통, 2: 싫음, 1: 아주 싫음)으로 평가하고 그 특성을 기술하였으며 각 항목은 3번 평가하여 평균값 ± 표준편차로 나타내었다.

통계분석

실험 결과에 대한 통계분석은 SAS program을 사용하여 처리하였다. 각 항목에 따라 백분율, 평균, 표준편차(SE)를 구하였고, 각 항목별 유의성 검증을 위해 tukey HSD test(JMP 10 package, SAS, Carry, NC, USA)를 통해 유의성을 검증하였다. 모든 통계적 유의성은 $P < 0.05$ 수준에서 평가하였다.

결과 및 고찰

일반성분 및 염도 함량

고온미생물인 *B. coagulans* KM-1균을 이용하여 만든 속성 도루묵액젓(이하 속성 도루묵액젓)과 제조사가 각각 다른 일본산 시판 도루묵액젓(이하 시판 도루묵액젓 1, 2)의 일반성분 및 염도를 측정하여 비교한 결과(Table 1), 수분의 경우 속성 도루묵액젓의 수분은 $67.6 \pm 0.2\%$ 을 보였으며 시판 도루묵액젓 1, 2는 각각 $66.9 \pm 0.5\%$ 와 $67.8 \pm 0.4\%$ 를 나타내었다. 우리나라 식품공전(KFDA, 2015)에서는 멸치액젓의 경우 수분함량이 68% 이하여야 하고, 총질소의 경우 1.0% 이상이어야 한다고 규정하고 있어, 본 실험에서 제조된 속성 도루묵의 경우 모두 충족함으로써 품질이 뛰어난 도루묵액젓 제조가 가능할 것으로

판단된다. 조단백질함량은 속성 도루묵액젓이 $8.1 \pm 0.4\%$ 을 보인 반면 시판 도루묵액젓 1, 2 각각 $8.4 \pm 0.3\%$, $8.2 \pm 0.5\%$ 를 보였으며 유의적인 차이($P < 0.05$)는 없었다. 전보에 의하면(Nam et al., 2013) 속성 멸치액젓과 시판 멸치액젓의 조단백질 비교에서 속성 멸치액젓이 2.2% 더 높게 나타난 것과 비교해 보았을 때 약간 상이한 값을 보였으나 이는 어종, 제조방법 및 저장기간에 따른 액젓의 품질 차이에 기인한 것으로 판단된다. 2개월 숙성된 멸치액젓과 까나리 액젓의 연구 Cho et al. (1999)에서 단백질 함량은 각각 4.5%와 8.8%를 보여 어종에 따라서도 차이가 날 수 있음을 보여 주고 있다. 한편 속성 도루묵액젓과 시판 도루묵액젓 1, 2의 조지방은 각각 $0.3 \pm 0.1\%$ 와 $0.2 \pm 0.1\%$ 및 $0.2 \pm 0.1\%$ 로 차이가 없었으며 조회분은 $21.8 \pm 0.3\%$ 와 $23.8 \pm 0.1\%$, $22.2 \pm 0.2\%$ 로 나타났고 염도에서는 $22.2 \pm 0.1\%$ 와 $23.2 \pm 0.1\%$, $21.9 \pm 0.1\%$ 를 보였다.

총질소, 아미노질소, 휘발성염기질소, pH 및 산도 함량

속성 도루묵액젓과 시판 도루묵액젓의 총질소, 아미노질소, 휘발성염기질소, pH 그리고 산도 함량을 측정하여 비교한 결과(Table 2), 총질소에서 속성 도루묵액젓이 $1,270 \pm 10.5$ mg/100 g을 나타낸 반면 시판 도루묵액젓 1, 2 각각 $1,340 \pm 15.3$

Table 1. Proximate composition and salinity of the rapid salt-fermented sandfish sauce added thermophilic bacillus and commercial salt-fermented sandfish *Arctoscopus japonicus* sauce

Samples ¹	Composition				Salinity
	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Crude ash	
RSSS	67.6 ± 0.2^{2a3}	8.1 ± 0.4^a	0.3 ± 0.1^a	21.8 ± 0.3^b	22.2 ± 0.1^b
CSSS 1	66.9 ± 0.5^a	8.4 ± 0.3^a	0.2 ± 0.1^a	23.8 ± 0.1^a	23.2 ± 0.1^a
CSSS 2	67.8 ± 0.4^a	8.2 ± 0.5^a	0.2 ± 0.1^a	22.2 ± 0.2^b	21.9 ± 0.1^c

¹RSSS: Rapid salt-fermented sandfish sauce added thermophilic bacillus, CSSS 1,2: Commercial salt-fermented sandfish sauce (each different Japan's company), ²Value are mean \pm SE, ³ $P < 0.05$ by tukey HSD test between three samples (RSSS, CSSS 1, CSSS 2).

Table 2. Total nitrogen, amino-N, VBN, pH and acidity of the rapid salt-fermented sandfish sauce added thermophilic bacillus and commercial salt-fermented sandfish *Arctoscopus japonicus* sauce

Samples ¹	Total-N (mg/100 g)	Amino-N (mg/100 g)	VBN (mg/100 g)	pH	Acidity (mL)
RSSS	$1,270 \pm 10.5^{2b3}$	651.6 ± 2.5^c	98.0 ± 0.6^c	5.1 ± 0.0^b	1.0 ± 0.0^a
CSSS 1	$1,340 \pm 15.3^a$	914.2 ± 6.2^a	219.3 ± 0.4^a	6.1 ± 0.0^a	1.0 ± 0.1^a
CSSS 2	$1,310 \pm 14.9^a$	771.3 ± 4.1^b	156.3 ± 1.7^b	5.9 ± 0.1^a	1.0 ± 0.0^a

¹See the legend of Table 1. ²Values are mean \pm SE. ³ $P < 0.05$ by tukey HSD test between three samples (RSSS, CSSS 1, CSSS 2).

mg/100 g, $1,310 \pm 14.9$ mg/100 g으로 시판 도루묵액젓보다 조금 낮게 나타났다. Oh (1995)에서 재래식 방법으로 제조한 멸치액젓의 총질소의 경우 2,258.1 mg/100 g을 보인 반면 시판제품에서는 $928.0\text{-}1,812.2$ mg/100 g을 보여 재래식 멸치액젓과 시판제품간의 차이가 남을 알 수 있었으며 어종간에도 차이가 있음을 보여주고 있다. Kim et al. (2005)의 연구에서는 새우 가공 부산물의 첨가량에 따라 새우 가공부산물이 가지고 있는 다양한 자가효소에 의해 총질소의 증가시키는 다르다고 보고하고 있다. 액젓의 화학성분 중 아미노질소량은 원료어육 단백질의 가수분해 정도의 지표가 될 뿐만 아니라 향미와도 관련이 있기 때문에 중요한 품질지표 중의 하나이며 아미노질소의 증가는 액젓의 맛에 결정적인 영향을 줄 것으로 판단된다. 아미노질소에서는 속성 도루묵액젓과 시판 도루묵액젓이 각각 651.6 ± 2.5 mg/100 g, 914.2 ± 6.2 mg/100 g, 771.3 ± 4.1 mg/100 g을 보여 시판 도루묵액젓이 속성 도루묵액젓 보다 더 높게 나타났으며, 유의적인 차이($P < 0.05$)도 보여 저장기간이 길어짐에 따라 속성 도루묵액젓의 아미노질소량이 점차 증가하는 것으로 나타났다(Woo et al., 2002). 현재 우리나라 식품공전(KFDA, 2015)에서는 아미노질소 함량을 600 mg/100 g 이상, 조미액젓의 경우 300 mg/100 g 이상으로 규정하고 있다. VBN 함량은 속성 도루묵액젓이 98.0 ± 0.6 mg/100 g으로 시판 도루묵액젓 219.3 ± 0.4 mg/100 g, 156.3 ± 1.7 mg/100 g 보다 1/2배 이상 낮은 값을 나타내었다. VBN은 재래식 멸치액젓(Oh, 1995)에서는 505.7 mg/100 g을 보였으며 도루묵액젓과 비교해 보았을 때 큰 차이를 보였으며 저장기간 길어짐에 따라 점차적으로 증가 할 것으로 판단된다. pH는 속성 도루묵액젓이 시판 도루묵액젓 1, 2에 비해 낮게 나타났고 전반적으로 5.1-6.1으로 약산성을 띠었다. 이는 유기산, 특히 젖산의 생성이 주요 원인 판단되며(Fujii, et al., 1992), Oh (1995)는 숙성기간에 따라 pH 저하가 acetic acid, butyric acid, lactic acid, citric acid, succinic acid 등의 유기산이 증가하기 때문인 것으로 보고하고 있다. 산도는 속성 도루묵액젓과 시판 도루묵액젓 모두 비슷한 값을 나타내다.

유리아미노산 함량

아미노산은 맛 성분에 많은 영향을 미치는데 특히, 핵산 관련 성분과 함께 어류의 맛에 중요한 역할을 하는 것으로 보고 되고 있는데(Yamaguchi, 1991) 속성 도루묵액젓과 시판 도루묵액젓 1, 2의 주요 유리아미노산 함량을 측정하여 비교한 결과(Table 3) 속성 도루묵액젓의 유리아미노산 총량은 1121.2 ± 100 mg/100 g이었으며 시판 도루묵액젓 1, 2의 경우 각각 1553.6 ± 98.2 mg/100 g, 1507.3 ± 99.8 mg/100 g으로 시판 도루묵액젓 보다 낮은 총량을 보였다. 속성 도루묵액젓에서는 glutamic acid (17.3%), alanine (12.6%), lysine (12.1%), leucine (9.8%), aspartic acid (9.2%), valine (6.6%), glycine (4.5%), isoleucine (4.0%) 순으로 높았으며 시료간의 특정 유리아미노산 함량에는 유의적인 차이가 있었으나($P < 0.05$) 전반

적으로 유사한 경향을 나타내었다. 한편, Cho et al. (1999)에서는 까나리액젓의 주요 아미노산 조성인 glutamic acid, alanine, lysine, leucine, isoleucine, valine, aspartic acid 등의 순서와도 차이를 보임에 따라 어종 및 발효조건의 차이 때문인 것으로 보고한 바 있다. 또한 전보(Nam et al., 2012)에 따르면 장기 숙성에 따라 시판 멸치액젓의 유리아미노산은 저장기간이 길어짐에 따라 glutamic acid, glycine, alanine, valine, methionine, isoleucine, leucine, lysine 등의 주요 아미노산이 꾸준히 증가함에 따라 속성 도루묵액젓도 저장기간이 길어질수록 증가할 것으로 판단된다. 또한 감칠맛에 관여하는 glutamic acid 함량이 가장 높게 나타남에 따라 도루묵액젓의 맛은 물론 품질기준 및 평가에 영향을 줄 것이라고 생각된다. 속성 도루묵액젓과 시판 도루묵액젓 1, 2의 유리아미노산 중 histidine함량은 2.2 ± 0.2 mg/100 g와 21.7 ± 1.4 mg/100 g, 15.5 ± 1.0 mg/100 g으로 큰 차이를 보였는데 시판 도루묵액젓이 속성 도루묵액젓 보다 histidine 함량이 높은 것으로 보아 시판 도루묵액젓의 제조과정 중 미생물 등에 의해 histidine이 알레르기 유발물질인 histamine으로 변화하였을 것으로 추정된다(Nam et al., 2013). 유리아미노산 조성에 따라 맛에 어떠한 영향을 미치지 알아보기 위하여 유리아미노산을 감칠맛계(aspartic acid, glutamic acid)와 단맛계(threonine, serine, glutamine, proline, glycine, alanine, lysine) 그리고 쓴맛계(valine, methionine, isoleucine, leucine, phenylalanine, histidine, arginine) 아미노산으로 나누어(Yamano and Yamaguchi, 1994) 살펴 본 결과(Table 4), 속성 도루묵액젓의 감칠맛계 아미노산은 26.5%으로 시판 도루묵액젓 1, 2보다 높게 나타났으며 단맛계 아미노산은 속성 도루묵액젓과 시판 도루묵액젓 1, 2 모두 비슷한 결과값을 보였다. 반면 쓴맛계 아미노산에서 시판 도루묵액젓 2에서 높게 나타났다. 이상 같은 결과로 볼 때 감칠맛계 및 단맛계 그리고 쓴맛계를 나타내는 아미노산의 함량 및 조화에 따라 도루묵액젓의 독특한 풍미에 직접 영향을 미칠 것으로 생각되며 시판 도루묵액젓과 비교해 보아도 맛과 품질에 문제가 없을 거라고 생각된다. Park et al. (2002)은 속성 멸치발효액화제품과 재래식으로 만든 제품 모두 숙성기간이 경과됨에 따라 감칠맛계와 단맛계 아미노산 비율은 생멸치에 비해 증가하였고, 쓴맛계 아미노산비율은 감소하였다고 보고하고 있다.

무기질

도루묵액젓의 주요한 정미발현 성분인 무기질 조성을 ICP로 분석한 결과(Table 5) 속성 도루묵액젓과 시판 도루묵액젓 1, 2의 주요 무기질은 나트륨, 칼륨, 인 그리고 마그네슘으로 나타났다. 나트륨은 모든 실험군에서 965.6 ± 2.7 mg/100 g, 993.4 ± 3.3 mg/100 g, 941.6 ± 2.2 mg/100 g으로 다른 무기질 성분에 비해 월등히 많이 함유되어 있었으며 유의적인 차이($P < 0.05$)를 보였다. 칼륨은 시판 도루묵액젓 1, 2에 비해 속성 도루묵액

Table 3. Free amino acid contents of the rapid salt-fermented sandfish sauce added thermophilic bacillus and commercial salt-fermented sandfish *Arctoscopus japonicus* sauce (mg/100 g)

Free amino acid ¹	Samples ²		
	RSSS	CSSS 1	CSSS 2
Phosphoserine	11.3±1.0 ^{ab} (1.0)	0.6±0.0 ^c (0.0)	2.5±0.2 ^b (0.2)
Taurine	7.1±0.6 ^a (0.6)	1.7±0.1 ^b (0.1)	2.3±0.2 ^b (0.2)
Aspartic Acid	103.0±9.2 ^a (9.2)	122.2±7.9 ^a (7.9)	105.1±7.0 ^a (7.0)
Threonine	26.6±2.4 ^b (2.4)	30.8±2.0 ^b (2.0)	85.1±5.6 ^a (5.6)
Serine	33.4±3.0 ^c (3.0)	51.4±3.3 ^b (3.3)	89.1±5.9 ^a (5.9)
Glutamic acid	194.4±17.3 ^a (17.3)	223.2±14.4 ^a (14.4)	207.0±13.7 ^a (13.7)
Glycine	50.7±4.5 ^c (4.5)	86.5±5.6 ^a (5.6)	68.6±4.6 ^b (4.6)
Alanine	140.8±12.6 ^b (12.6)	179.7±11.6 ^a (11.6)	136.5±9.1 ^b (9.1)
Citrulline	-	37.5±2.4 ^a (2.4)	36.5±2.4 ^a (2.4)
α-amino-n-butyric acid	17.1±1.5 ^b (1.5)	62.5±4.0 ^a (4.0)	14.1±0.9 ^b (0.9)
Valine	73.5±6.6 ^b (6.6)	104.0±5.1 ^a (6.7)	98.0±6.5 ^a (6.5)
Methionine	32.6±2.9 ^b (2.9)	39.7±2.6 ^a (2.6)	36.5±2.4 ^{ab} (2.4)
Isoleucine	44.5±4.0 ^b (4.0)	78.3±5.0 ^a (5.0)	77.3±5.1 ^a (5.1)
Leucine	109.8±9.8 ^a (9.8)	110.0±7.1 ^a (7.1)	119.6±7.9 ^a (7.9)
Tyrosine	35.6±3.2 ^b (3.2)	44.1±2.8 ^a (2.8)	49.5±3.3 ^a (3.3)
Phenylalanine	26.3±2.3 ^c (2.3)	67.2±4.3 ^b (4.3)	78.1±5.2 ^a (5.2)
r-aminobutyric acid	16.8±1.5 ^a (1.5)	1.0±0.1 ^b (0.1)	- -
Histidine	2.2±0.2 ^c (0.2)	21.7±1.4 ^a (1.4)	15.5±1.0 ^b (1.0)
Ornithine	14.2±1.3 ^c (1.3)	91.6±5.9 ^a (5.9)	23.8±1.6 ^b (1.6)
Lysine	135.1±12.1 ^b (12.1)	166.5±10.7 ^a (10.7)	152.2±10.1 ^{ab} (10.1)
Ammonia	23.0±2.1 ^a (2.1)	23.9±1.5 ^a (1.5)	18.0±1.2 ^b (1.2)
Arginine	23.1±2.1 ^b (2.1)	9.4±0.6 ^c (0.6)	91.8±6.1 ^a (6.1)
Total	1121.2±100 (100.0)	1553.6±98.2 (100.0)	1507.3±99.8 (100.0)

¹All data are mean of duplicate. ²See the legend of Table 1. ³ $P < 0.05$ by tukey HSD test between three samples(RSSS, CSSS 1, CSSS 2).

것이 약간 높게 나타났다. 인은 속성 도루묵액젓 및 시판 도루묵액젓 1, 2 모두 98.2 ± 0.8 mg/100 g, 85.7 ± 0.5 mg/100 g, 95.3 ± 0.6 mg/100 g으로 비슷한 값을 나타내었다. 일반적으로 인과 칼슘의 비율은 1:2를 이루고 있으나 1:1 비율 일 때 가장 이용률이 높다고 보고(Wise, 1963) 되고 있고 권장량은 300 mg/100 g으로 정하고 있다. 마그네슘 함량이 속성 도루묵액젓에서 189.1 ± 4.3 mg/100 g으로 시판 도루묵액젓 1, 2 각각 25.3 ± 0.2 mg/100 g, 18.0 ± 0.1 mg/100 g와 비교해 볼 때 높게 나타났다. 칼슘은 속성 도루묵액젓이 7.6 ± 0.1 mg/100 g으로 시판 도루묵액젓 1, 2이 1.4 ± 0.1 mg/100 g, 1.2 ± 0.1 mg/100 g을 나타낸 것과 비교해 볼 때 6 mg/100 g 이상 높게 나타났으며 유의적인 차이($P < 0.05$)를 보였다. 이는 속성 도루묵액젓이 유산균 발효과정 중에 생산된 젖산에 의해 도루묵 fish frame 으로부터 칼슘이 용출되었기 때문이라고 판단된다(Jang et al., 2005). 전보(Nam et al., 2013)에서도 속성 멸치액젓이 시판 멸치액젓에 비해 칼슘 함량이 25.4 mg/100 g 높게 나타나 본 실험

과 비슷한 결과를 나타내었다. 철은 속성 도루묵액젓과 시판 도루묵액젓 1, 2 모두 0.9 mg/100 g, 1.0 mg/100 g, 0.5 mg/100 g로 미량이었으며 아연의 경우도 속성 도루묵액젓 및 시판 도루묵액젓 1, 2 모두 미량으로 나타났다. 무기질 성분 중 Na, K, P 등은 유리아미노산류, IMP와 더불어 수산물의 정미발현에 관여하고 있으며 속성 도루묵액젓을 시판 도루묵액젓과 비교해 볼 때 전혀 손색이 없을 것으로 판단된다.

관능평가

고온미생물을 이용하여 만든 속성 도루묵액젓과 시판 도루묵액젓의 관능적 품질 변화를 살펴보기 위해 색, 냄새, 맛 및 종합적 기호도에 대한 관능검사 결과(Table 6) 속성 도루묵액젓과 시판 도루묵액젓 1은 색, 냄새, 맛 및 종합적 기호도에서 시판 도루묵액젓 2와 비교해 볼 때 유의적인 차이($P < 0.05$)를 보였다. 특히, 맛 부분에서 시판 도루묵액젓 1이 가장 좋은 점수를 받았으나 속성 도루묵액젓과 시판 도루묵액젓 1에서는 유의적인 차이는 보이지 않았다. 일반적으로 액젓은 숙성기간에 따라 아미

Table 4. Amount of total umami, sweet and bitter free amino acids(FAA) in the rapid salt-fermented sandfish sauce added thermophilic bacillus and commercial salt-fermented sandfish *Arctoscopus japonicus* sauce (mg/100 g)

Taste characteristic	Samples ¹		
	RSSS	CSSS 1	CSSS 2
Total FAA ²	1,121.2(100%)	1,553.6(100%)	1,507.3(100%)
Umami ³	297.4(26.5)	345.4(22.3)	312.1(20.7)
Sweet ⁴	386.6(34.6)	514.9(33.2)	531.5(35.3)
Bitter ⁵	312.0(27.9)	430.3(27.7)	516.8(34.2)
Others	125.2(11.0)	263.0(16.8)	146.9(9.8)

¹See the legend of Table 1

² Refer to Table 3.

³ Umami : aspartic acid + glutamic acid

⁴ Sweet : threonine + serine + glutamine + proline + glycine + alanine + lysine.

⁵ Bitter : valine + methionine + isoleucine + leucine + phenylalanine + histidine + arginine.

Table 5. Inorganic ion contents of the rapid salt-fermented sandfish sauce added thermophilic bacillus and commercial salt-fermented sandfish *Arctoscopus japonicus* sauce (mg/100 g)

Inorganic ion	Samples ¹		
	RSSS	CSSS 1	SFSS 2
K	542.1±4.1 ^{2a3}	454.7±3.7 ^b	461.1±5.2 ^b
Ca	7.6±0.1 ^a	1.4±0.1 ^b	1.2±0.1 ^b
Mg	189.1±4.3 ^a	25.3±0.2 ^b	18.0±0.1 ^c
Na	965.6±2.7 ^c	993.4±3.3 ^a	941.6±2.2 ^b
Fe	0.9±0.0 ^a	1.0±0.0 ^a	0.5±0.0 ^b
Zn	0.2±0.0 ^c	0.3±0.0 ^b	0.4±0.0 ^a
P	98.2±0.8 ^a	85.7±0.5 ^c	95.3±0.6 ^b

¹See the legend of Table 1. ²Values are mean ± SE. ³*P*<0.05 by tukey HSD test between three samples (RSSS, CSSS 1, CSSS 2).

Table 6. Sensory evaluation of the rapid salt-fermented sandfish sauce added thermophilic bacillus and commercial salt-fermented sandfish *Arctoscopus japonicus* sauce

Sensory item	Samples ¹		
	RSSS	CSSS 1	CSSS 2
Color	4.4±0.2 ^{2a3}	4.3±0.2 ^a	4.0±0.1 ^b
Odor	4.2±0.3 ^a	4.3±0.2 ^a	3.7±0.1 ^b
Taste	4.3±0.1 ^a	4.5±0.4 ^a	3.9±0.2 ^b
Overall acceptance	4.3±0.2 ^a	4.4±0.1 ^a	3.8±0.2 ^b

¹See the legend of Table 1. ²Values are mean ± SE. ³*P*<0.05 by tukey HSD test between three samples (RSSS, CSSS 1, CSSS 2). 5 scale score: 5, very good; 4, good; 3, acceptable; 2, poor; 1, very poor.

노산으로 분해되어 감칠맛과 단맛 그리고 쓴맛의 조화로 독특한 맛을 나타내어 액젓의 품질을 좌우하는데 속성 도루묵액젓 도 숙성기간이 길어짐에 따라 맛과 향이 더욱 증진되어 품질이 향상 될 것으로 판단된다.

사 사

본 연구는 국립수산물연구원(발효기법을 활용한 퓨전어묵 및 해초다당류 친환경 생산기술 연구, RP-2015-FS-006)의 지원에 의해 운영되었습니다.

References

- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC, U.S.A., 69-74.
- Cho YJ, Im YS, Lee KW, Kim GB and Choi YJ. 1999. Changes of components in salt-fermented northern sandlance sauce *Ammodytes personatus* Sauce during fermentation. J Korean Fish Soc 32, 693-698.
- Fujii T, Sasaki T, and Okuzumi M. 1992. Chemical composition and microbial flora of *Saba-narezushi*(fermented mackerel with rice). Nippon Suisan Gakkaishi 58, 891-894.
- Jeong YJ and Seo JH. 2004. Rapid enzymatic fermentation of anchovy sauce by protease. J Food Sci Nutr 9, 213-217.
- JSSRI(Japanese Soy Sauce Research Institute). 1985. Analysis method of soy sauce. Sanyushain Pub. Co., Tokyo, Japan, 30-32.
- Korean statistical information service. 2015. Retrieved from <http://www.kosis.kr> on September 15.
- KFDA. 2015. Food Code. Korean Food and Drug Administration. Retrieved from <http://www.fse.foodnara.go.kr/residue/RS/> on September 3.
- Kim HS, Yang SK, Park CH, Han BW, Kang KT, Ji SG, Sye YE, Heu MS and Kim JS. 2005. Preparation of accelerated salt-fermented anchovy sauce added with shrip byproducts. J Korean Soc Food Sci Nutr 34, 1265-1273.
- Myoung JG, Kim BI, Lee SM and Jeon GB. 2002. The sea fishes of Korea. Darakwon Press, Seoul, Korea, 287.
- Nam KH, Jang MS and Park HY. 2013. Rapid Processing and Physiochemical Characteristics of the Salt-Fermented Anchovy Sauce with *Bacillus coagulans* KM-1. J Agricult Life Sci 47, 217-228.
- Nam KH, Jang MS and Park HY. 2012. Component changes in commercial salt-fermented anchovy sauce by long fermentation. J Agricult Life Sci 46, 99-107.
- NFRDI. 2004. Commercial fishes of the coastal and offshore waters in Korea. 2th ed. National Fisheries Research and Development Institute. Busan, Korea, 333.
- Oh KS. 1995. The comparison and index components in quality of salt-fermented anchovy sauces. Korean J Food Sci Tech-

- nol 20, 883-884.
- Ohara T. 1982. Food analysis handbook. Kenpakusha Pub. Co., Tokyo, Japan, 51-55.
- Park JH, Kim YM, Kim DS and Kim SM. 2005. Functionality of low molecular weight peptides of acceleratedly manufactured anchovy sauce with *Bacillus subtilis* JM3 protease. Kor J Food Sci Technol 37, 827-832.
- Sakuramoto K, Sugiyama K and Suzuki N. 2001. Models for forecasting sandfish catch in the coastal waters off Akita Prefecture and the evaluation of the effect of a 3-year fishery closure. Fish Sci 67, 203-213.
- The Korean society of food science and nutrition(KFN). 2000. Handbook of experimental in food science and nutrition. Hyoil Publish Co., Seoul, Korea, 96-127, 625-627.
- Yoon MS, Heu MS and Kim JS. 2010. Fatty acid composition, total amino acid and mineral contents of commercial Kwamegi. Kor J Fish Aquat Sci 43, 100-108. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2010.0100>.
- Yun SI, Choi WJ, Choi YD, Lee SH, Yoo SH, Lee EH and Ro HM. 2003. Distribution of heavy metals in soils of shihwa tidal freshwater marshes. Korea J Ecol 26, 65-70.
- Yamaguchi S. 1991. Roles and efficacy of sensory evaluation in studies of taste. J Japan Soc Food Sci Technol 38, 972-978.
- Yamano Y. and Yamaguchi S. 1994. Taste. Science of taste. Fuke S eds asakura-shoten Tokyo. Japan, 46-61.
- Van den Berg R, Haenen GR, Van den Berg H and Bast A. 1999. Applicability of an improved Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) assay for evaluation of antioxidant capacity measurements of mixtures. Food Chem 66, 511-517.
- Watanabe K, Sygiyama H, Sugishia S, Suzuki N and Sakuramoto K. 2005. Estimating and monitoring the stock size of sandfish *Arctoscopus japonicas* in the northern. Sea Japan Sci 71, 776-783.
- Wise MB. 1963. Ordoveza AL. Influence of variations in dietary calcium: phosphorus ratio on performance and blood constituents of calves. J Nutr 79, 79-88.