

원료에 따른 젓갈류의 이화학적 성분 및 Biogenic Amine류의 함량 비교

심길보* · 한형구 · 안병규 · 이우진 · 이정진 · 송호수¹

부경대학교 식품공학과, ¹영산대학교 조리예술학부

Comparison of the Physicochemical Compositions and Biogenic Amine Contents of Salt-fermented Fishery Products from Different Raw Materials

Kil Bo Shim*, Hyeong Gu Han, Byoung Kyu An, Woo Jin Lee, Jung Jin In and Ho-Su Song¹

Department of Food Science and Technology, Pukyong National University, Busan 48513, Korea

¹Division of Culinary Arts, Youngsan University, Busan 48015, Korea

This study was conducted to understand the quality characteristics of 89 types of commercial salt-fermented fishery products by measuring their physicochemical compositions and biogenic amine contents. All samples had the following measurements; 41.59-89.20 g/100 g of moisture, 1.71-25.70 g/100 g of salinity, 3.21-7.05 of pH, 0.80-2.93 g/100 g of total nitrogen, 87.02-1,296.78 mg/100 g of amino nitrogen, and 7.30-926.34 mg/100 g of volatile basic nitrogen. The physicochemical components differed extensively between samples from different raw materials, including, fish, shellfish, and others. Histamine (0 to 1,072.2 mg/kg), putrescine (0 to 2,536.4 mg/kg), cadaverine (0 to 545.2 mg/kg of cadaverine), tryptamine (0 to 1,287.9 mg/kg), and tyramine (11.3 to 563.3 mg/kg) were the major biogenic amines detected in the samples. These findings suggest that salt-fermented fishery products meet the domestic criteria but have different ingredient compositions and most had high biogenic amine contents. The results suggest that it is necessary to establish criteria for evaluating the quality characteristics using the ingredient composition and biogenic amine contents of commercial salt-fermented fishery products.

Keywords: Biogenic amines, Raw material, Salt-fermented fish products, Quality characteristics

서론

젓갈류는 수산물의 전체 또는 일부분을 원료로 하여 식염과 양념을 가하여 자가 소화나 미생물의 분해 작용에 의하여 발효 숙성시킨 것을 말하며(MFDS, 2021), 원료의 종류, 사용 부위, 제조방법에 따라 그 종류가 매우 다양하다(Kim, 2020). 젓갈류의 특유의 맛은 원료의 단백질 성분이 분해되어 생성되는 아미노산과 betaine과 같은 질소화합물에 의해 생성된다. 그러나 발효과정에서 아미노산은 미생물 등의 대사과정에 의하여 탈탄산 작용 혹은 알데하이드와 케톤의 아미노화과 아미노기 전이반응을 통해 biogenic amine류가 생성된다. Biogenic amine류(BAs)는 putrescine, cadaverine, spermine, spermidine, tyramine, phenylethylamine, histamine, tryptamine 등이며, 호르몬, 알카로이드, 핵산, 단백질 등의 생합성을 위한 전구 물질로 알려져 있으며, 체온 및 혈압조절 등의 기능과 식품의 맛과

향에도 영향을 주는 것으로 알려져 있다(Halasz et al., 1994; Silla-Santos, 1996; Greif et al., 1997; Shin et al., 2019). 그러나 BAs의 인체에 유해성이 알려지고, 이 중 histamine은 소량을 섭취하면 장내 효소에 의해 제거되므로 크게 문제가 없지만, 과량(일반적으로 200 mg/kg 이상)을 섭취하는 경우 신경독성이나, 발진, 알러지 등을 유발하여 히스타민 중독이 될 수 있으며, tyramine은 혈관수축에 관여하여 고혈압 및 편두통을 유발하는 것으로 알려져 있다(Bardocz, 1995; Rawles et al., 1996; Shalaby, 1996; Cho et al., 2006; Shin et al., 2019).

젓갈류의 BAs에 대한 연구는 국내에 시판되는 멸치액젓과 까나리액젓의 biogenic amine을 포함한 품질평가에 대한 내용이 주를 이루고 있으며(Kim et al., 2000; Jang et al., 2004; Cho et al., 2014; Um et al., 2018), 젓갈류의 숙성기간에 따른 biogenic amine류의 변화와 젓갈류와 배추김치에서의 바이오제닉 아민 함량 조사 등의 연구가 수행되었다(Ko et al., 2017; Shin et al.,

*Corresponding author: Tel: +82. 51. 629. 5834 Fax: +82. 51. 629.5824

E-mail address: kbshim@pknu.ac.kr



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.

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2021.0835>

Korean J Fish Aquat Sci 54(6), 835-840, December 2021

Received 13 October 2021; Revised 1 November 2021; Accepted 9 December 2021

저자 직위: 심길보(교수), 한형구(대학원생), 안병규(대학원생), 이우진(대학원생), 이정진(대학원생), 송호수(교수)

2019).

우리나라 젓갈류의 품질기준은 국가표준으로 멸치액젓(KSA, 2021a; KS H 6022)의 경우 수분, 총질소, 아미노산성질소, 식염의 함량을 기준으로 하고 있으며, 양념젓갈(KSA, 2021b; KS H 6021)은 명란, 창란, 오징어, 대구 아가미, 조개, 굴, 기타 양념 젓갈에 대하여 성상, 수분, 염분, 총질소 함량을 품질기준으로 정하고 있다. '수산식품산업의 육성 및 지원에 관한 법률'에서 수산전통식품의 품질인증 대상 품목의 기준규격에서는 젓갈은 주원료, 색택, 풍미, 이물, 형태와 타르색소를, 액젓은 색택, 풍미, 이물, 수분, 염분과 전질소 함량을, 식혜는 주원료, 색택, 풍미와 이물을 품질기준으로 정하고 있다(NFQS, 2021). '식품의 기준 및 규격(식품공전)'에서 젓갈류는 총질소, 대장균군, 타르색소, 보존료와 대장균의 기준치를 명시하고 있다(MFDS, 2021).

그러나 젓갈의 발효과정에서 생성되는 BAs는 위생안전성에 영향을 미치는 인자로 알려져 있어 젓갈류의 위생안정성을 평가하는 지표로 이용되고 있지만, 젓갈류의 품질기준에 포함되어 있지 않다(Um and Park, 2015).

따라서 본 연구에서는 지역별로 생산 및 유통되고 있는 젓갈, 액젓, 식혜를 사용된 원료에 따라 이화학적 성분을 비교하고 histamine을 포함한 BAs의 함량 분석을 통해 우리나라 수산발효식품의 품질기준을 마련하기 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

젓갈류는 동해안, 남해안, 서해안 지역을 중심으로 생산 및 유통되고 있는 89종의 시료를 구입하였다. 이들 시료를 원료에 따라 젓갈은 멸치, 갈치 등 어류로 제조된 시료 24종과 전복 등 패류로 제조된 시료 9종, 새우 등 기타 원료로 제조된 시료 31종을 사용하였다. 또한 액젓은 멸치 액젓 10종, 까나리 액젓 5종, 갈치 액젓 1종을 사용하였으며, 식혜는 어류 및 두족류로 제조된 시료 5종과 4종을 사용하였다(Table 1).

이화학적 성분 함량 분석

수분 함량은 105°C에서 상압가열 건조법(AOAC, 1995)으로 측정하였다. 식염 함량은 AgNO₃를 이용한 Mohr법으로 분석하였다(MFDS, 2021). pH는 pH meter (Orion 3 star; Thermo Fisher Scientific Inc., Beverly, MA, USA)로 상온에서 측정하였다. 총 질소량(total nitrogen, TN)은 semi-micro Kjeldahl 법으로 분석하였으며(AOAC, 1995), 아미노산성질소(amino nitrogen, AN)는 Formol 적정법에 따라 분석하였고(MFDS, 2021), 휘발성염기질소(volatilic basic nitrogen, VBN)은 Conway unit을 사용하는 미량확산법(Ministry of Social Welfare of Japan, 1960)을 이용하였다.

Biogenic amine류 함량 분석

BAs 함량은 식품의 기준 및 규격(식품공전)의 방법에 따라 분석하였다(MFDS, 2021). 시료 5 g에 0.1 N HCl 25 mL을 가한 후 균질화하고, 이것을 원심분리(4000 g)한 후 상층액을 여과한 후 시료액으로 사용하였다. 표준용액과 시료액을 각각 1 mL을 시험관에 넣고, 내부표준물질(1,7 diaminoheptane을 0.1 N HCl에 녹여 5 mg/mL로 한 원액에 0.1 N HCl으로 100 µg/mL 조제) 10 µL와 포화 Na₂CO₃ 0.5 mL, 1% dansyl chloride용액 0.8 mL를 넣고 혼합한 후, 마개를 하여 45°C에서 1시간 유도체화하고, 10% proline 용액 0.5 mL와 ether 5 mL를 가하여 10 분간 진탕 후, 상층액을 취하여 질소농축한 뒤 acetonitrile 1 mL를 넣어 여과한 것을 HPLC (Acquity H-class system; Waters, Milford, MA, USA)로 분석하였다. 본 연구에서 BAs는 histamine, putrescine, cadaverine, tryptamine, tyramine, 2-phenylethylamine, spermidine, spermine 8종을 분석하였다.

결과 및 고찰

이화학적 성분 함량

원료에 따라 분류한 젓갈류의 수분, 식염, pH, 총질소, 아미노산성질소, 및 휘발성염기질소 함량은 Table 2와 같다. 어류를 원료로 한 젓갈 24종의 수분과 식염 함량은 41.59-70.78 g/100 g과 1.95-20.44 g/100 g이며, pH는 3.92-6.14이었다. 총질소 함량은 1.20-2.93 g/100 g, 아미노산성질소 및 휘발성염기질소 함량은 각각 87.02-1,273.30 mg/100 g 및 21.94-598.99 mg/100 g이었다.

패류를 원료로 한 젓갈 9종의 수분과 식염 함량은 62.69-78.53 g/100 g과 2.48-14.69 g/100 g이며, pH는 3.21-6.08이었다. 총질소 함량은 1.32-1.95 g/100 g, 아미노산성질소 및 휘발성염기질소 함량은 각각 241.38-722.92 mg/100 g 및 8.53-120.93 mg/100 g이었다.

기타류를 원료로 한 젓갈 31종의 수분과 식염 함량은 49.81-89.20 g/100 g과 1.78-22.90 g/100 g이며, pH는 3.22-7.05이었다. 총질소 함량은 0.8-2.81 g/100 g, 아미노산성질소 및 휘발성염기질소 함량은 각각 103.38-1,236.69 mg/100 g 및 7.30-355.41 mg/100 g이었다(Table 2).

명란, 창란, 오징어 젓갈의 식염 함량은 4.03-7.46 g/100 g이며, 새우젓의 식염 함량은 21.40-26.69 g/100 g으로 나타났으며, 이들 시료의 휘발성염기질소 함량은 24.05-124.60 mg/100 g으로 보고되었다(Kim, 2008).

16종 액젓의 수분 함량은 65.73-71.09 g/100 g, 식염 함량은 17.48-25.70 g/100 g, pH는 5.35-6.91로 나타났다. 총질소 함량은 1.06-2.23 g/100 g이며, 아미노산성질소 및 휘발성염기질소 함량은 721.51-1,518.49 mg/100 g과 169.01-926.34 mg/100 g로 나타났다.

멸치액젓 10종의 수분함량은 65.73-71.09 g/100 g, 식염 함

Table 1. The profile of samples in commercial salt-fermented fishery products salt

Type	Material	Sample name (Korean and English name)	No.
Fish		<i>Myeolchi jeot</i> (멸치젓, Salt-fermented anchovy)	6
		<i>Galchi jeot</i> (갈치젓, Salt-fermented hairtail)	2
		<i>Galchi sog jeot</i> (갈치속젓, Salt-fermented hairtail)	3
		<i>Jalidom jeot</i> (자리돔젓, Salt-fermented damsel fish with seasoning)	1
		<i>Hwangseogeo jeot</i> (황석어젓, Salt-fermented yellow croaker)	2
		<i>Bendeng ie jeot</i> (밴댕이젓, Salt-fermented large-eyed herring)	2
		<i>Gonori jeot</i> (고노리젓, Salt-fermented <i>Thryssa koreana</i>)	1
		<i>Jeoneobam jeot</i> (전어밤젓, Salt-fermented gizzard shad stomach with seasoning)	1
		<i>Jab jeot</i> (잡젓, Salt-fermented various fishes)	1
		<i>Daeguagami jeot</i> (대구아가미, Salt-fermented cod with seasoning)	1
		<i>Kkongchi jeot</i> (꽁치젓, Salt-fermented pacific saury)	1
		<i>Jeoneo jeot</i> (전어젓, Salt-fermented spotted sardine with seasoning)	1
		<i>Kkanali jeot</i> (까나리젓, Salt-fermented sand lance)	1
		<i>Myeongtae jeot</i> (명태젓, Salt-fermented pollack with seasoning)	1
	Jeotgal	Shellfish	<i>Bomal jeot</i> (보말젓, Salt-fermented top shell with seasoning)
<i>Jeonbok neajang jeot</i> (전복내장젓, Salt-fermented abalone with seasoning)			1
<i>Jogae jeot</i> (조개젓, Salt-fermented clam with seasoning)			1
<i>Origul jeot</i> (어리굴젓, Salt-fermented oyster with seasoning)			3
<i>Bajirak jeot</i> (바지락젓, Salt-fermented manila clam with seasoning)			3
Others		<i>Meongge jeot</i> (멍게젓, Salt-fermented sea squirt with seasoning)	5
		<i>Sungge jeot</i> (성게젓, Salt-fermented sea urchin)	1
		<i>Toha jeot</i> (토하젓, Salt-fermented freshwater shrimp with seasoning)	1
		<i>Heasam changja jeot</i> (해삼창자젓, Salt-fermented sea cucumber entrails)	1
		<i>Heasam neajang jeot</i> (해삼내장젓, Salt-fermented Sea cucumber entrails with seasoning)	2
		<i>Saewoo jeot</i> (새우젓, Salt-fermented shrimp)	8
		<i>Gonjaeng ie jeot</i> (곤쟁이젓, Salt-fermented mysida)	3
		<i>Gabojingeo jeot</i> (갯오징어젓, Salt-fermented cuttlefish with seasoning)	1
		<i>Kkolltugi jeot</i> (꼰뚜기젓, Salt-fermented baby octopus with seasoning)	1
		<i>Ojingeo jeot</i> (오징어젓, Salt-fermented squid with seasoning)	5
		<i>Nagji jeot</i> (낙지젓, Salt-fermented long-legged octopus with seasoning)	1
		<i>Changran jeot</i> (창란젓, Salt-fermented pollack intestine with seasoning)	1
	<i>Myeongran jeot</i> (명난젓, Salt-fermented pollack roe with seasoning)	1	
Aekjeot	anchovy	<i>Myeolchi aekjeot</i> (멸치액젓, Salt-fermented anchovy fish sauce)	10
	Sandlance	<i>Kkanali aekjeot</i> (까나리액젓, Salt-fermented sand lance fish sauce)	5
	Hairtail	<i>Galchichang aekjeot</i> (갈치액젓, Salt-fermented hairtail fish sauce)	1
Sikhae	Fish	<i>Okdom sikhae</i> (옥돔식해, Salt-fermented red tilefish with grains)	1
		<i>Gajami sikhae</i> (가자미식해, Salt-fermented flat fish with grains)	1
		<i>Gajamibap sikhae</i> (가자미밥식해, Salt-fermented flat fish with rice)	1
		<i>Dorumuk sikhae</i> (도루묵식해, Salt-fermented sailfin sandfish with grains)	1
		<i>Hoesdaebap sikhae</i> (횃대밥식해, Salt-fermented black edged sculpin with rice)	1
Cephalopod		<i>Ojingeo sikhae</i> (오징어식해, Salt-fermented squid with grains)	3
		<i>Ojingeobap sikhae</i> (오징어밥식해, Salt-fermented squid with rice)	1
Total			89

량은 18.69-25.70, pH 5.35-6.91이며, 아미노산성질소, 총질소 및 휘발성염기질소의 함량은 각각 882.06-1,296.78 mg/100 g, 1.26-1.88 g/100 g, 177.13-926.34 mg/100 g이었다.

까나리액젓 5종의 수분 및 식염 함량은 68.39-69.58 g/100 g 과 20.68-24.05 g/100 g이며, pH는 6.08-6.57로 나타났으며, 아미노산성질소, 총질소와 휘발성염기질소의 함량은 721.51-1,171.69 mg/100 g (AN), 1.06-1.61 g/100 g (TN)과 169.01-275.45 mg/100 g (VBN)으로 나타났다.

갈치액젓의 수분 함량은 69.15 g/100 g, 식염 함량은 17.48 g/100 g, pH는 6.49이며, 총질소, 아미노산성질소, 휘발성염기질소 함량은 각각 2.23 g/100 g, 1,518.49 mg/100 g, 355.41 mg/100 g으로 나타났다.

액젓의 CODEX 기준(CODEX Alimentarius Commission, 2018)은 식염 함량은 20 g/100 g, pH는 5.0-6.5이며, 총질소와 아미노산성질소의 함량은 각각 1.0 g/100 g와 400 mg/100 g 인 것과 비교했을 때, 각각의 함량은 제조사별로 뚜렷한 차이가 있었으며, 기준치에 미달되는 제품도 있는 것으로 나타났다. 이들 결과는 시중 유통 멸치액젓의 이화학적 성분 함량에 대한 연구 결과와 유사한 것으로 나타났다(Kim et al., 2000; Jang et al., 2004; Kim et al., 2011; Cho et al., 2014; Um et al., 2018).

식해(9종)의 수분과 식염의 함량은 55.56-72.65 g/100 g와

1.71-4.59 g/100 g이며, pH는 3.32-5.08이었다. 총질소 함량은 0.80-2.49 g/100 g, 아미노산성질소 및 휘발성염기질소 함량은 각각 90.25-429.62 및 13.44-35.62 mg/100 g로 나타났다.

어류(옥돔, 가자미, 횡대, 도루묵)를 원료로 한 식해 5종의 이화학적 성분은 63.46-71.26 g/100 g (수분), 1.72-4.51 g/100 g (식염), 3.36-4.92 (pH), 0.97-2.49 g/100 g (TN), 90.25-429.62 mg/100 g (AN), 13.44-35.62 mg/100 g (VBN)으로 나타났고, 두족류(오징어)를 원료로 한 식해 4종은 어류를 원료로 한 식해와 이들 함량이 유사하였으나 아미노산성질소 함량은 어류에 비하여 다소 낮았다. 이들 결과는 가자미와 명태식해의 식염(3.40-3.99 g/100 g)과 아미노산성 질소(145.94-204.81 mg/100 g) 함량의 결과와 유사하였다(Cha et al., 2004).

젓갈류의 이화학적 성분의 함량은 원재료의 종류에 따라 상당한 차이가 있었다. 패류를 원료로 한 젓갈은 어류와 기타 수산물을 원료로 한 것과 비교했을 때 아미노산성질소 함량이 낮은 것으로 나타났다. 반면에 휘발성염기질소 함량은 전반적으로 어류를 원료로 한 젓갈이 높았다. 액젓은 원료에 따른 차이는 크지 않았으나 멸치액젓이 까나리액젓에 비해 휘발성염기질소 함량이 높게 나타났고, 식해류에서는 어류와 연체류 간에 이화학적 성분의 차이가 없었다.

Table 2. The contents of moisture, salinity, pH, amino acid, total nitrogen and VBN in commercial salt-fermented fishery products

Type	Material	Moisture (g/100 g)	Salinity (g/100 g)	pH	AN (mg/100 g)	TN (g/100 g)	VBN (mg/100 g)	Sample No.
Jeotgal	Fish	41.59-70.78	1.95-20.44	3.92-6.14	87.02-1273.30	1.20-2.93	21.94-598.99	24
	Shellfish	62.69-78.53	2.48-14.69	3.21-6.08	241.38-722.92	1.32-1.95	8.53-120.93	9
	Others	49.81-89.20	1.78-22.90	3.22-7.05	103.38-1236.69	0.8-2.81	7.30-355.41	31
Aekjeot	Anchovy	65.73-71.09	18.69-25.70	5.35-6.91	882.06-1296.78	1.26-1.88	177.13-926.34	10
	Sand lance	68.39-69.58	20.68-24.05	6.08-6.57	721.51-1171.69	1.06-1.61	169.01-275.45	5
	Hairtail	69.15	17.48	6.49	1518.49	2.23	355.41	1
Sikhae	Fish	63.46-71.26	1.72-4.51	3.36-4.92	90.25-429.62	0.97-2.49	13.44-35.62	5
	Cephalopod	55.56-72.65	1.71-4.59	3.32-5.08	119.37-229.71	0.80-1.48	13.44-22.73	4

VBN, volatile basic nitrogen; AN, amino nitrogen; TN, total nitrogen.

Table 3. The contents of biogenic amines in commercial salt-fermented fishery products (mg/kg)

Type	Material	HIS	PUT	CAD	TRY	TYR	PHE	SPD	SPM	Sample No.
Jeotgal	Fish	8.5-458.9	10.1-2,562.2	ND-149.1	3.9-1,287.9	12.8-563.3	ND-251.1	ND-4.6	ND-1.8	24
	Shellfish	ND-149.8	ND-1,139.5	ND-236.6,	5.4-418.6	11.9-519.8	ND-50.6	ND-13.6	ND-60.4	9
	Others	ND-24.9	ND-153.7	ND-124.0	ND-154.0	11.3-441.2	ND-11.8	ND-30.1	ND-2.2	31
Aekjeot	Anchovy	275.0-565.9	30.9-2,370.9	7.2-318.6	145.8-613.1	53.5-463.5	15.2-81.6	ND	ND	10
	Sand lance	120.9-808.9	67.6-2,536.4	11.2-450.2	298-630.6	166.5-550.6	41.2-87.1	ND-1.3	ND	5
	Hairtail	1,072.2	3,201.4	545.2	658.2	467.4	89.1	ND	ND	1
Sikhae	Fish	ND-89.6	39.6-798.6	ND-71.5	ND-50.1	20.9-149.6	ND-9.9	ND-2.7	ND-2.1	5
	Cephalopod	ND	ND-184.8	ND	ND-36.8	13.8-35.7	ND-17.3	ND-2.6	ND-1.2	4

ND, not detected; HIS, histamine; PUT, putrescine; CAD, cadaverine; TRY, tryptamine; TYR, tyramine PHE, 2-phenylethylamine; SPD, spermidine; SPM, spermine in salt-fermented fish products.

Biogenic amine류 함량

젓갈은 어류, 패류와 갑각류를 포함한 기타류로 나누어 BAs의 함량을 분석한 결과, 어류로 만든 젓갈의 histamine 함량은 8.5-458.9 mg/kg, 패류로 만든 경우는 불검출-149.8 mg/kg, 기타류는 대부분 불검출이었으며, 멧게젓갈에서 24.9 mg/kg이 검출되었다(Table 3).

액젓의 histamine 함량은 원료에 따라서 상당한 차이가 있는데, 멸치액젓은 275.0-565.9 mg/kg, 까나리액젓은 120.9-808.9 mg/kg, 갈치액젓은 1,072.2 mg/kg로 나타났다. 식해류의 histamine 함량은 젓갈과 액젓에 비해 낮게 나타났으며, 어류로 만든 식해류는 불검출-89.6 mg/kg로 나타났다. 특히 옥돔과 가자미 식해류에서 각각 32.3와 87.0 mg/kg으로 검출되었다. 반면에 오징어를 넣은 식해류는 검출되지 않았다(Table 3).

어류로 만든 젓갈의 putresine 함량은 10.1-2,562.2 mg/kg, 패류로 만든 젓갈의 putresine 함량은 불검출-1,139.5 mg/kg, 기타류로 만든 젓갈은 불검출-153.7 mg/kg로 나타났다. 멸치를 원료로한 젓갈에서 함량이 매우 높았다. 액젓의 경우 멸치액젓과 까나리액젓의 putresine 함량은 각각 30.9-2,370.9 mg/kg, 67.6-2,536.4 mg/kg이었으며, 갈치액젓의 putresine 함량은 3,201.4 mg/kg이었다(Table 3). 어류로 만든 식해류는 39.6-798.6 mg/kg이 검출되었다.

어류로 만든 젓갈의 cadaverine 함량은 불검출-149.1 mg/kg, 패류로 만든 젓갈의 cadaverine 함량은 불검출-236.6 mg/kg, 기타류로 만든 젓갈은 불검출-124.0 mg/kg로 나타났다. 액젓의 경우 멸치액젓의 cadaverine 함량은 7.2-318.6 mg/kg, 까나리액젓의 cadaverine 함량은 11.2-450.2 mg/kg, 갈치액젓의 cadaverine 함량은 545.2 mg/kg이었다(Table 3). 식해류는 대부분 검출되지 않았으며, 가자미와 옥돔으로 만든 식해류에서 각각 검출되었다.

Tryptamine 함량은 젓갈, 액젓, 식해류가 차이가 있었는데, 어류로 만든 젓갈의 tryptamine 함량은 3.9-1,287.9 mg/kg, 패류로 만든 젓갈의 tryptamine 함량은 5.4-418.6 mg/kg, 기타류로 만든 젓갈은 불검출-154.0 mg/kg이었다. 액젓의 tryptamine 함량은 멸치액젓, 까나리액젓, 갈치액젓이 각각 145.8-613.1 mg/kg, 298-630.6 mg/kg, 658.2 mg/kg로 나타났으며, 식해류의 tryptamine 함량은 어류와 오징어로 만든 식해에서 각각 불검출-50.1 mg/kg, 불검출-36.8 mg/kg로 나타났다(Table 3).

어류로 만든 젓갈에서 tyramine 함량은 12.8-563.3 mg/kg, 패류로 만든 젓갈에서는 11.9-519.8 mg/kg, 기타류로 만든 젓갈에서는 11.3-441.2 mg/kg이 검출되었다. 액젓과 식해류의 tyramine 함량은 각각 53.5-550.6 mg/kg과 13.8-149.6 mg/kg이 검출되었다(Table 3).

젓갈류의 2-phenylethylamine 함량은 불검출-251.1 mg/kg으로 멸치와 갈치를 원료로 만든 젓갈에서 함량이 높았다. 또한, spermidine과 spermine은 각각 불검출-30.1, 불검출-60.4 mg/kg이 검출되었으며, 액젓과 식해에서는 거의 검출되지 않았다.

Cho et al. (2006) 보고한 젓갈류의 histamine 함량에서 육젓의 경우 어체가 비교적 큰 벤랭이젓의 histamine 함량은 57.8 mg/kg이었으며, 멸치액젓의 경우 putresine 함량이 86.5 mg/kg, cadaverine 함량이 181.1 mg/kg, tryrosine 함량이 123.3 mg/kg, histamine 함량이 624.5 mg/kg 및 tryptamine 함량이 330.1 mg/kg로 함량이 높게 나타났으며, 특히 이들 시료 중 가장 높은 histamine 함량은 1,127.6 mg/kg로 나타났다. 특히 시판 까나리 액젓 7종의 putresine은 73.61-500.23 mg/kg으로 보고되었으나(Um and Park, 2015), 본 연구에서는 이들 결과보다도 4배 이상 높았다. Putresine은 그 자체로는 독성이 높지 않으나 histamine과 tyramine을 분해하지 못하도록 diamine oxidase와 histamine-N-methyltransferase의 효소작용을 방해하여 이들 물질의 독성을 유지시키는 것으로 알려져 있다(Um et al., 2016). 또한 식품중의 아질산염을 발암성인 heterocyclic carcinogenic nitrosamine으로 바뀌게 하는 역할에도 관여한다고도 보고되어 있다

미국 FDA는 수산물의 histamine 함량의 허용기준치를 50 mg/kg, tyramine 함량의 허용기준치를 100 mg/kg, 총 BAs 함량의 허용기준치를 1,000 mg/kg으로 정하고 있으며(USFDA, 2011), EU에서는 수산물의 histamine 함량의 허용기준치를 100 mg/kg, 총 BAs 함량의 허용기준치를 300 mg/kg으로 정하고 있으며, 젓갈류는 histamine 잔류허용기준치를 400 mg/kg으로 정하고 있다(Lehane and Olley, 2000; Hu et al., 2012; EC, 2013). 우리나라의 경우 수산물 중 냉동어류, 염장어류, 통조림, 건조/절단 등 단순 가공처리한 수산물에 한하여 histamine 함량 기준을 200 mg/kg로 설정하여 관리하고 있다(MFDS, 2021).

젓갈류는 사용되는 원료에 따라 이화학적 성분의 함량 차이가 크기 때문에 젓갈 종류에 따른 이화학 성분인 총질소, 아미노산질소, 염도, 수분, pH를 활용한 품질 기준이 제시되어야 한다. 이에 반해서 BAs의 위생학적 품질기준은 젓갈류 중 액젓의 histamine 함량에 대한 기준 마련의 필요성이 대부분 언급되고 있으나, 어류, 패류, 기타 원료로 제조된 젓갈과 액젓은 BAs 중 histamine과 더불어 tyramine, putresine, cadaverine 함량이 높다. 따라서 BAs의 총 함량으로 위생학적 품질기준의 마련이 필요하며, 이를 저감할 수 있는 다양한 연구가 진행되어야 한다.

사 사

이 논문은 해양수산과학기술진흥원의 연구비 지원(해역별 특성을 고려한 전통수산물가공식품 개발 및 상품화, 2021)으로 수행한 연구이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

References

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1995. Official methods of analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., U.S.A.

- Bardocz A. 1995. Polyamines in food and their consequences for food quality and human health. *Trends Food Sci Technol* 6, 341-346. [https://doi.org/10.1016/s0924-2244\(00\)89169-4](https://doi.org/10.1016/s0924-2244(00)89169-4).
- Cha YJ, Kim SJ, Jeong EJ, Kim H, Cho WG and Yoo MY. 2004. Studies on taste compounds in Alaska pollack sikhae during fermentation. *J Korean Sci Nutr* 33, 1515-1521.
- Cho TY, Han GH, Bahn KN, Son YW, Jang MR, Lee CH, Kim SH, Kim DB and Kim SB. 2006. Evaluation of biogenic amines in Korean commercial fermented foods. *Korea J Food Sci Technol* 38, 730-737.
- Cho YJ, Lee HH, Kim BK, Gye HJ, Jung WY and Shim KB. 2014. Quality evaluation to determine the grading of commercial salt-fermented fish sauce in Korea. *J Kor Soc Fish Mar Edu* 26, 823-830. <https://doi.org/10.13000/JFMSE.2014.26.4.823>.
- CODEX Alimentarius Commission. 2018. Standard for fish sauce (Amendment 2012, 2013, 2018) (CODEX STAN 302-2011). Retrieved from https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B302-2011%252FCXS_302e.pdf on Oct 8, 2021.
- EC (European Commission). 2013. Regulation 1019/2013/EU. Commission Regulation EU No 1019/2013. Amending annex I to regulation EC No 2073/2005 as regards histamine in fishery products OJ. *Off J Eur Union Legis* L282, 46-47.
- Greif G, Greifova M and Drdak M. 1997. Determination of biogenic amines in foods of animal origin by HPLC. *Potrav Vedy* 15, 119-129.
- Hu Y, Huang Z, Li J and Yang H. 2012. Concentration of biogenic amines in fish, squid and octopus and their changes during storage. *Food Chem* 135, 2604-2611. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.06.121>.
- Jang MR, Kim IY, Hong MS, Shin JM and Han KY. 2004. Quality evaluation of commercial salted and fermented fish sauces. *Korean J Food Sci Technol* 36, 423-431.
- Kim BK, Kim YH, Lee HH, Cho YJ, Kim DS, Oh SM and Shim KB. 2011. Comparison of the chemical compositions and biogenic amine contents of salt-fermented fish sauces produced in Korea to evaluate the quality characteristics. *J Kor Soc Fish Mar Edu* 23, 607-614.
- Kim JH, Ryu GH, Ahn HJ, Lee KH, Lee HJ and Byun MW. 2000. Quality evaluation of commercial salted and fermented anchovy sauce. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29, 837-842.
- Kim YM. 2008. Present status and prospect of fermented seafood industry in Korea. *Food Sci Ind* 41, 16-33.
- Kim SM. 2020. The present condition and development prospect of the fermented fishery products. *Food Sci Ind* 53, 200-214.
- Ko YA, Kim SH and Song HS. 2017. Effect of salt concentration and fermentation temperature on changes in quality index of salted and fermented anchovy during fermentation. *J Food Hyg Saf* 32, 27-34. <https://doi.org/10.13103/JFHS.2017.32.1.27>.
- KSA (Korean Standards Association). 2021a. Anchovy sauce, KS H 6022. Retrieved from <https://e-ks.kr/streamdocs/view/sd;streamdocsId=72059214612616041> on Oct 8, 2021.
- KSA (Korean Standards Association). 2021b. Seasoned Jeotgal (Fermented and seasoned fishery products), KS H 6021. Retrieved from <https://e-ks.kr/streamdocs/view/sd;streamdocsId=72059203438712116> on Oct 8, 2021.
- Lehane L and Olley J. 2000. Histamine fish poisoning revisited. *Int J Food Microbiol* 58, 1-37. [https://doi.org/10.1016/s0168-1605\(00\)00296-8](https://doi.org/10.1016/s0168-1605(00)00296-8).
- MFDS (Korea Ministry of Food and Drug Safety). 2021. 2021 Korean food code. Retrieved from https://foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_03.jsp?idx=46 on Oct 8, 2021.
- Ministry of Social Welfare of Japan. 1960. Guide to experiment of sanitary infection. III. Volatile basic nitrogen. Kenpaku-sha, Tokyo, Japan.
- NFQS (National Fishery Products Quality Management Service). 2021. Products subject to the standards for and items of quality certification for traditional seafood. Retrieved from http://www.nfqs.go.kr/hpmpg/board/actionBoardDetail.do?menuId=M0000215&ORD_NO=4193 on Oct 8, 2021.
- Rawles DD, Flick GJ, Martin RE and Steve LT. 1996. Biogenic amines in fish and shellfish. *Adv Food Nutr Res* 39, 329-365.
- Shalaby AR. 1996. Significance of biogenic amines to food safety and human health. *Food Res Int* 29, 675-690. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(96\)00066-X](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(96)00066-X).
- Shin SW, Kim YS, Kim YH, Kim HT, Eum KS, Hong SR, Kang HJ, Park KH and Yoon MH. 2019. Biogenic-amine contents of Korean commercial salted fishes and cabbage Kimchi. *Korean J Fish Aquat Sci* 52, 13-18. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2019.0013>.
- Silla-Santos MH. 1996. Biogenic amines: Their importance in foods. *Int J Food Microbiol* 29, 213-231. [https://doi.org/10.1016/0168-1605\(95\)00032-1](https://doi.org/10.1016/0168-1605(95)00032-1).
- Um IS and Park KS. 2015. Biogenic amine content of commercial salted and fermented sand lance *Ammodytes personatus* sauces. *Korean J Fish Aquat Sci* 48, 883-887. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2015.0883>.
- Um IS, Kim TO and Park KS. 2016. Isolation and characterization of putrescine-producing bacteria in commercially available sauces made from salted and fermented sand lance *Ammodytes personatus*. *Korean J Fish Aquat Sci* 49, 573-581. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2016.0573>.
- Um IS, Seo JK, Kim HD and Park KS. 2018. The quality of commercial salted and fermented anchovy *Engraulis japonicas* sauces produced in Korea. *Korean J Fish Aquat Sci* 51, 667-672. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2018.0667>.
- USFDA (US Food and Drug Administration). 2011. Fish and fishery products hazards and controls guidance. Fourth edition. Chapter 7. Scombrotoxin (histamine) formation, 113-152.