

## 젓갈류의 원료에 따른 세균학적 안전성 평가

심길보\* · 박큰바위<sup>1</sup> · 윤나영<sup>1</sup> · 안병규 · 인정진 · 한형구 · 이우진

부경대학교 식품공학과, <sup>1</sup>국립수산과학원 식품위생가공과

# Evaluation of Microbiological Safety of Commercially Salt-fermented Fishery Products by Raw Materials

Kil Bo Shim\*, Kunbawui Park<sup>1</sup>, Na-Young Yoon<sup>1</sup>, Byoung Kyu An, Jung Jin In, Hyeong Gu Han and Woo Jin Lee

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

<sup>1</sup>Food safety and Processing Research Division, National Institute of Fisheries Science, Busan 46083, Korea

Eighty-nine different types of commercially salt-fermented fishery products comprising various raw materials were analyzed for total aerobic bacteria, number of coliform bacteria, fecal coliform, and *Escherichia coli*. The food-poisoning bacterial content of the samples was investigated using next-generation sequencing. The mean mass of total aerobic bacteria in *Jeotgal* was  $6-1.8 \times 10^9$  CFU/g, and that in *Aekjeot* and *Sikhae* was  $4-2.2 \times 10^5$  CFU/mL and  $1.9 \times 10^5-8.4 \times 10^8$  CFU/g, respectively. Coliform bacteria were detected in 9 (28.1%) of 32 *Jeotgal* samples; 15 (46.8%) of 32 seasonal *Jeotgal* samples; and in 5 (55.5%) of 9 *Sikhae* samples. Fecal coliform and *E. coli* were not detected in 86 of the 89 samples. *Yersinia enterocolitica* was detected only in *Galchi jeot* (salt-fermented hairtail) (1 type) and not in other *Jeotgal* samples. These results contribute to our knowledge regarding the bacterial stability of salt-fermented fishery products.

Keywords: Coliform bacteria, Fecal coliform, NGS, Salt-fermented fishery products, Total aerobic bacteria

## 서론

전통적인 방법으로 제조되는 젓갈류는 대부분 20% 이상의 식염을 사용하여 수개월간 숙성발효를 거치게 된다. 발효과정에서 젓갈류는 자가 소화 및 미생물의 작용에 의하여 유리 아미노산이나 저분자 펩타이드와 각종 방향성 성분의 생성에 의해 특유의 감칠맛과 풍미를 형성하게 된다. 젓갈류의 숙성에 관련된 미생물은 대부분 내염성의 호기성, 혐기성균이 공존하고 숙성초기에는 *Micrococcus*균, *Brevibacterium*균, 젓산 생성균, *Bacillus subtilis*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Pseudomonas*균, *Flavobacterium*균이 우세하고 중기에는 효모가 우세하다고 알려져 있다(Kim, 2008). 그리고 젓갈류의 사용되는 원료는 어류, 패류, 연체류 등 종류가 다양하고 이들 원료의 채취·포획 시기와 해역이 다르며, 숙성 후 고춧가루, 조미료 등 양념을 첨가하기도 하므로 다양한 종류의 미생물이 존재한다(Koo et al.,

2016). 그러나 최근 고식염 젓갈류는 부패 및 변질은 억제되지만 식미를 저하시키고 나트륨의 과다 섭취에 대한 우려가 있어 소비가 기피되고 있다(Kim, 2020). 이러한 저염화 추세에 소비동향에 의하여 산업계는 저식염 젓갈과 양념젓갈을 제조 및 유통하고 있으며, 낮은 저장성은 냉동 및 냉장 기술을 이용하고 있다. 일반적으로 젓갈의 염도와 위생지표 미생물의 검출률 간에 반비례적인 상관관계가 있으며, 세균수가 증가할수록 대장균이나 대장균의 검출량과 검출률이 증가한다(Lee et al., 2008; Ko et al., 2017; Song and Kim, 2017). 특히, 대부분의 젓갈류는 구입 후 가열처리와 조리과정을 거치지 않고 그대로 섭취되기 때문에 소비자에게 위해를 끼칠 우려가 높다(KCA, 2018). 따라서 소비자에게 위생적이고 안전한 젓갈을 공급하기 위해 미생물 및 식중독 균에 대한 관리의 필요성이 대두되면서 젓갈류의 미생물학적 안전성과 관련된 연구가 지속적으로 이루어지고 있다(Ha and Kim, 2005; Ha et al., 2007; Lee et

\*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.2021.1045>

Korean J Fish Aquat Sci 54(6), 1045-1051, December 2021

Received 26 October 2021; Revised 19 November 2021; Accepted 16 December 2021

저자 직위: 심길보(교수), 박큰바위(연구사), 윤나영(연구사), 안병규(대학원생), 인정진(대학원생), 한형구(대학원생), 이우진(대학원생)

al., 2008; Choi et al., 2018). 따라서 본 연구에서는 시중 유통되고 있는 젓갈류를 젓갈, 양념젓갈, 액젓, 식해로 구분하여 원료에 따른 위생지표세균 및 병원성미생물 함량 조사를 통해 세균학적 위생안전성을 평가하였다.

## 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 19종과 성게, 해삼, 새우, 곤쟁이로 제조된 시료 13종을 사용하였다. 양념젓갈은 대구아가미, 전어 등 어류로 제조된 시료 7종, 보말, 전복, 굴, 바지락 등 패류로 제조된 시료 9종, 오징어, 낙지 등 두족류로 제조된 시료 8종, 해삼, 멍게, 토하 등으로 제조된 시료 8종을 사용하였다. 또한 액젓은 멸치 액젓 10종, 까나리 액젓 5종, 갈치 액젓 1종을 사용하였으며, 식해는 어류 및 두족류로 제조된 시료 5종과 4종을 사용하였다(Table 1).

### 일반세균수 측정

일반세균수는 Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1984)의 방법에 따라 standard plate count agar (Difco, Detroit, MI, USA)를 사용하여  $35\pm 0.5^\circ\text{C}$ 에서 24-48시간 배양한 후, colony forming unit (CFU)로 나타내었다.

### 대장균군, 분변계대장균, 대장균 측정

대장균군 및 분변계 대장균시험은 Recommended Procedures for the Examination of Seawater and Shellfish (APHA, 1970)의 방법에 따라 시험하였다. 대장균군 및 분변계대장균은 최확수법(most probable number, MPN)으로 시험하였으며, 결과는 100 mL 또는 100 g 당 MPN으로 나타내었다. 대장균 시험은 ISO/TS 16649-3 (ISO, 2005)의 방법에 따라 실시하였다. 젓갈류 시료에 0.1% peptone 희석수를 첨가하여 파쇄한 후 minerals modified glutamate medium (Oxoid Ltd., Basingstoke, Hampshire, UK)에 접종하여 배양하고, 노란색으로 변한 시험관액을 tryptone bile glucuronide agar (Oxoid, UK)에 희석 배양하여 청색 집락(blue colony) 또는 청녹색 집락(blue-green colony) 생성 유무를 확인하는 최확수법으로 대장균 군수를 확인하였다.

### 식중독세균 측정

시중에 유통중인 젓갈의 안전성을 파악하기 위해서 식중독세균인 *Bacillus cereus*, *Campylobacter coli*, *Campylobacter jejuni*, *Clostridium perfringens*, *Enterohemorrhagic Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp., *Vibrio parahaemolyticus*, *Yersinia enterocolitica*의 존재 유무를 NGS를

이용하여 세균유전체분석을 실시하였다.

세균유전체분석은 MiSeq™ System (Illumina, San Diego, CA, USA)을 사용하였다. 제조사의 프로토콜(Li et al., 2012)에 따라 PowerSoil® DNA Isolation Kit (Cat. No. 12888; MO BIO, Carlsbad, CA, USA)를 사용하여 DNA를 추출하였다. 각 시퀀싱된 시료는 Illumina 16S Metagenomic Sequencing Library 프로토콜에 따라 준비되었으며, DNA 양과 품질은 각각 PicoGreen 및 Nanodrop Kit (Thermo Scientific, Willington, CT, USA)를 사용하여 측정하였다. 최종 분석은 PicoGreen 데이터를 사용하여 정규화 및 풀링하였으며 LabChip GX HT DNA 고감도 Kit (PerkinElmer, Waltham, MA, USA)를 사용하여 라이브러리의 크기를 확인했다. 그런 다음 MiSeq™ 시스템을 사용하여 DNA 시퀀싱을 실시하고, 원본 라이브러리의 양 방향 시퀀싱으로 생성된 paired end 시퀀스를 병합하여 단일 긴 판독값을 얻었다. 정확한 OTU (operational taxonomic unit) 분석을 위해 시퀀스 오류가 포함된 데이터를 제거하고 97%의 클러스터 컷오프 값을 사용하여 생성하였다.

OTU 분석 및 분류 정보 획득을 위해 QIIME (v1.8.0)를 사용 ribosomal database project (RDP; Release 11, Update 4: 2015년 5월 26일) 데이터베이스를 참조하여 각 OTU의 주요 시퀀스를 매핑하고 분류 정보를 UCLUST (v.1.2.22)를 사용하여 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 일반세균수

어류, 패류, 기타 수산물을 원료로 제조된 젓갈과 양념젓갈의 일반세균수 함량을 분석한 결과를 Table 2에 나타내었다. 멸치, 갈치, 갈치 내장 등 어류 또는 어류 부산물을 원료로 식염만을 첨가하여 발효시켜 제조한 젓갈에서의 일반세균수 범위는  $6\text{-}7.6\times 10^5$  CFU/g이었고, 기타 수산물을 원료로 제조한 젓갈 중 해삼내장과 성게젓갈의 일반세균수 범위는  $6.2\times 10^8\text{-}1.8\times 10^9$  CFU/g으로 다른 젓갈과 비교하여 세균함량이 높았다. 새우젓의 일반세균수는  $4.8\times 10^2\text{-}4.7\times 10^5$  CFU/g이며, Ha et al. (2007)은 새우젓의 일반세균 오염수준이 2.7 log CFU/g이며, 즉석으로 소분 판매되는 새우젓이 3.6 log CFU/g으로 보고하였으나 본 연구에서는 일반세균수가 높은 제품도 확인되었다.

어류를 원료로 제조된 양념젓갈 중 대구아가미젓갈의 일반세균수가  $2.7\times 10^8$  CFU/g이었고, 바지락, 전복, 보말, 굴을 원료로 만든 양념젓갈에서의 일반세균수 범위는  $1.4\times 10^3\text{-}1.0\times 10^9$  CFU/g이었으며, 전복 내장으로 만든 양념젓갈에서만 일반세균수가  $1.0\times 10^9$  CFU/g이었다.

갑오징어, 꼴뚜기, 낙지, 오징어를 원료로 제조된 양념젓갈에서의 일반세균수는 일반세균의 범위는  $2.7\times 10^3\text{-}1.1\times 10^6$  CFU/g으로 나타났으며, 해삼내장, 멍게, 토하 등 기타 수산물을 원료로 제조된 양념젓갈에서의 일반세균수는 일반세균의 범위는

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

Type	Material	Sample name (Korean and English name)	Sample No.
Jeotgal	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 viscera)	3
		<i>Hwangseogeo jeot</i> (황석어젓, Salt-fermented yellow croaker)	2
		<i>Gonori jeot</i> (고노리젓, Salt-fermented <i>Thryssa koreana</i> )	1
		<i>Jab jeot</i> (잡젓, Salt-fermented various fishes)	1
		<i>Kkanali jeot</i> (까나리젓, Salt-fermented sand lance)	1
		<i>Kkongchi jeot</i> (공치젓, Salt-fermented pacific saury)	1
		<i>Bendeng ie jeot</i> (밴댕이젓, Salt-fermented large-eyed herring)	2
		Others	
<i>Heasam changja jeot</i> (해삼창자젓, Salt-fermented sea cucumber entrails)	1		
<i>Saewoo jeot</i> (새우젓, Salt-fermented shrimp)	8		
<i>Gonjaeng ie jeot</i> (곤쟁이젓, Salt-fermented mysida)	3		
Fish		<i>Jalidom jeot</i> (자리돔젓, Salt-fermented damsel fish with seasoning)	1
		<i>Jeoneobam jeot</i> (전어밤젓, Salt-fermented gizzard shad stomach with seasoning)	1
		<i>Myeongtae jeot</i> (명태젓, Salt-fermented pollack with seasoning)	1
		<i>Daeguagami jeot</i> (대구아가미젓, Salt-fermented cod gill with seasoning)	1
		<i>Jeoneo jeot</i> (전어젓, Salt-fermented spotted sardine with seasoning)	1
		<i>Myeongran jeot</i> (명란젓, Salt-fermented pollack roe with seasoning)	1
		<i>Changran jeot</i> (창난젓, Salt-fermented pollack intestine with seasoning)	1
Seasonal Jeotgal	Shellfish	<i>Bomal jeot</i> (보말젓, Salt-fermented top shell with seasoning)	1
		<i>Jeonbok neajang jeot</i> (전복내장젓, Salt-fermented abalone viscera 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
Cephalopod		<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
Others		<i>Heasam neajang jeot</i> (해삼내장젓, Salt-fermented sea cucumber entrails with seasoning)	2
		<i>Meongge jeot</i> (멍게젓, Salt-fermented sea squirt with seasoning)	5
		<i>Toha jeot</i> (토하젓, Salt-fermented freshwater shrimp 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
	Cephalopod	<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
		<i>Ojingeo sikhae</i> (오징어식해, Salt-fermented squid with grains)	3
	<i>Ojingeobap sikhae</i> (오징어밥식해, Salt-fermented squid with rice)	1	
Total			89

Table 2. The results of microbiological quality evaluation of commercial salt-fermented fishery products, *Jeotgal* and seasonal *Jeotgal*

Type	Material	Sample No.	Sample name	Microbiological quality			
				Total aerobic bacteria	Coliform group	Fecal coliform	<i>Escherichia coli</i>
				CFU/g	MPN/100 g		
<i>Jeotgal</i>	Fish	6	<i>Myeolchi jeot</i> (Salt-fermented anchovy)	$1.5 \times 10^2$ - $1.2 \times 10^3$	<1.8-<18	<1.8-<18	<1.8-<18
		2	<i>Galchi jeot</i> (Salt-fermented hairtail)	$2.5 \times 10^3$ - $3.3 \times 10^3$	<18	<18	<18
		3	<i>Galchi sog jeot</i> (Salt-fermented hairtail viscera)	$5.0 \times 10^4$ - $7.6 \times 10^5$	<18-230	<18	<18
		2	<i>Hwangseogeo jeot</i> (Salt-fermented yellow croaker)	$20$ - $9.0 \times 10^4$	<18	<18	<18
		1	<i>Gonori jeot</i> (Salt-fermented <i>Thryssa koreana</i> )	6	<18	<18	<18
		1	<i>Jab jeot</i> (Salt-fermented various fishes)	$1.5 \times 10^2$	<18	<18	<18
		1	<i>Kkanali jeot</i> (Salt-fermented sand lance)	$1.4 \times 10^3$	20	<18	<18
		1	<i>Kkongchi jeot</i> (Salt-fermented pacific saury)	$1.8 \times 10^4$	230	<18	<18
		2	<i>Bendeng ie jeot</i> (Salt-fermented large-eyed herring)	$5.0 \times 10^2$ - $8.4 \times 10^4$	<18-45	<18	<18
	Others	1	<i>Sungge jeot</i> (Salt-fermented sea urchin)	$1.8 \times 10^9$	490	61	<18
		1	<i>Heasam changja jeot</i> (Salt-fermented sea cucumber entrails)	$6.2 \times 10^8$	<18	<18	<18
		8	<i>Saewoo jeot</i> (Salt-fermented shrimp)	$4.8 \times 10^2$ - $4.7 \times 10^5$	<18-230	<18	<18
		3	<i>Gonjaeng ie jeot</i> (Salt-fermented mysida)	$1.5 \times 10^4$ - $4.2 \times 10^3$	<18	<18	<18
		Fish	1	<i>Jalidom jeot</i> (Salt-fermented damsel fish with seasoning)	$3.3 \times 10^4$	<18	<18
1	<i>Jeoneobam jeot</i> (Salt-fermented gizzard shad stomach with seasoning)		$1.2 \times 10^5$	<18	<18	<18	
1	<i>Myeongtae jeot</i> (Salt-fermented pollack with seasoning)		$1.5 \times 10^6$	78	<18	<18	
1	<i>Daeguagami jeot</i> (Salt-fermented cod gill with seasoning)		$2.7 \times 10^8$	2,400	<18	<18	
1	<i>Jeoneo jeot</i> (Salt-fermented spotted sardine with seasoning)		$5.3 \times 10^4$	1,300	<18	<18	
1	<i>Myeongran jeot</i> (Salt-fermented pollack roe with seasoning)		$1.4 \times 10^4$	68	<18	<18	
1	<i>Changran jeot</i> (Salt-fermented pollack intestine with seasoning)		$7.2 \times 10^5$	18	<18	<18	
Seasonal <i>Jeotgal</i>	Shellfish		1	<i>Jeju bomal jeot</i> (Salt-fermented top shell with seasoning)	$1.3 \times 10^4$	<18	<18
		1	<i>Jeonbok neajang jeot</i> (Salt-fermented abalone viscera with seasoning)	$1.0 \times 10^9$	<18	<18	<18
		1	<i>Jogae jeot</i> (Salt-fermented clam with seasoning)	$1.4 \times 10^3$	20	<18	<18
		3	<i>Origul jeot</i> (Salt-fermented oyster with seasoning)	$6.0 \times 10^4$ - $3.7 \times 10^7$	<18-140	<18	<18
		3	<i>Bajirak jeot</i> (Salt-fermented manila clam with seasoning)	$3.6 \times 10^2$ - $1.9 \times 10^3$	<18-20	<18	<18
Cephalopod	1	<i>Gabojingeo jeot</i> (Salt-fermented cuttlefish with seasoning)	$3.8 \times 10^5$	<18	<18	<18	
	1	<i>Kkolttugi jeot</i> (Salt-fermented baby octopus with seasoning)	$3.4 \times 10^4$	<18	<18	<18	
	5	<i>Ojingeo jeot</i> (Salt-fermented squid with seasoning)	$2.2 \times 10^4$ - $1.1 \times 10^6$	68-22,000	<18-40	<18	
	1	<i>Nagji jeot</i> (Salt-fermented long-legged octopus with seasoning)	$2.7 \times 10^3$	<18	<18	<18	
Others	2	<i>Heasam neajang jeot</i> (Salt-fermented sea cucumber entrails with seasoning)	$1.4 \times 10^2$ - $8.8 \times 10^2$	<18-490	<18-20	<18-20	
	5	<i>Meongge jeot</i> (Salt-fermented sea squirt with seasoning)	$7.2 \times 10^4$ - $1.4 \times 10^7$	<18-2,400	<18	<18	
	1	<i>Toha jeot</i> (Salt-fermented freshwater shrimp with seasoning)	$1.3 \times 10^6$	<18	<18	<18	

1.4×10<sup>2</sup>-1.4×10<sup>7</sup> CFU/g으로 검출되었다. 멸치, 까나리, 갈치를 원료로 제조된 액젓의 일반세균수 범위는 4-2.2×10<sup>5</sup> CFU/mL 검출되었다. 도루묵, 가자미, 횡대, 옥돔 등 어류를 원료로 제조된 식해의 일반세균수의 범위는 6.0×10<sup>5</sup>-8.4×10<sup>8</sup> CFU/g이 검출되었으며, 오징어 식해는 10<sup>5</sup> CFU/g이 검출되었다(Table 3).

젓갈류의 일반세균수는 원료 수산물과 소금을 이용하여 발효시킨 젓갈과 액젓에 비하여 고춧가루 등의 양념이 혼합된 양념젓갈과 식해에서 함량이 매우 높았다. 젓갈의 원료에 따른 일반세균수의 차이는 내장을 이용한 갈치속젓과 성계가 다른 젓갈에 비하여 상당히 높았으며, 양념젓갈은 원료에 따른 일반세균수의 차이는 원료에 따라 상당한 차이가 있었으며, 식해는 오징어에 비하여 어류를 이용하여 제조된 시료에서 일반세균수가 높게 검출되었다. 따라서 수산물의 부산물과 내장을 원료로 사용하거나 근육이 연한 패류, 두족류를 원료로 사용하여 제조한 젓갈과 양념젓갈 및 식해는 제조과정 및 유통과정에서 철저한 위생관리가 필요하다.

**대장균군, 분변계대장균, 대장균**

총 89개 젓갈류 시료 중 대장균군이 검출된 시료는 총 29개이며, 전체의 32.5%가 검출되었다. 특히 젓갈은 총 32개 시료 중 9개(28.1%), 양념젓갈은 총 32개 시료 중 15개(46.8%), 액젓은

검출되지 않았으며, 식해는 9개 시료 중 5개(55.5%) 시료가 검출되었다(Table 2, Table 3).

어류 또는 어류 부산물을 원료로 사용한 젓갈의 대장균군은 <1.8-230 MPN/100 g, 기타 수산물을 원료로 제조한 젓갈의 대장균군의 범위는 <18-490 MPN/100 g이었다(Table 2).

어류를 원료로 제조된 양념젓갈 중 대구아가미젓갈과 전어젓갈의 각각 대장균군은 2,400 MPN/100 g 및 1,300 MPN/100 g이었으며, 갑오징어, 꼴뚜기, 낙지, 오징어를 원료로 제조된 양념젓갈의 대장균군은 <18-22,000 MPN/100 g이 검출되었다. 기타 수산물을 원료로 제조된 양념젓갈에서의 대장균군은 <18-2,400 MPN/100 g이 검출되었다. 어류를 원료로 제조된 식해의 대장균군은 <18-230 MPN/100 g이었으며, 오징어식해는 검출되지 않았다. 분변계대장균과 대장균은 대부분 젓갈시료에 불검출이었으며, 검출된 오징어, 해삼내장, 가지미식해에서 20-40 MPN/100 g이 검출되어 함량이 매우 낮았다(Table 3).

시중 유통 젓갈 51건에 대한 대장균 검출 유무를 조사한 결과, 시료 중 17건에서 대장균군이 검출되었으며, 평균 검출량은 0.8±1.2 log CFU/g으로 보고되었다(Choi et al., 2018). 특히 꼴뚜기젓, 오징어젓, 청어알젓이 각각 평균 2.7, 2.1, 2.1 log CFU/g으로 가장 높은 오염도를 나타내었다. 본 연구에서 젓갈류는 <18-22,000 MPN/100 g이었으며, 대구아가미젓갈, 명계젓, 전

Table 3. The results of microbiological quality evaluation of commercial salt-fermented fishery products, *Aekjeot* and *Sikhae*

Type	Material	Sample No.	Sample name	Microbiological quality			
				Total aerobic bacteria	Coliform group	Fecal coliform	<i>Escherichia coli</i>
				CFU/mL (CFU/g for <i>Sikhae</i> )	MPN/100mL (MPN/100g for <i>Sikhae</i> )		
<i>Aekjeot</i>	Anchovy	10	<i>Myeolchi aekjeot</i> (Salt-fermented anchovy fish sauce)	4-2.2×10 <sup>5</sup>	<1.8	<1.8	<1.8
	Sandlance	5	<i>Kkanali aekjeot</i> (Salt-fermented sand lance fish sauce)	4-7.8×10 <sup>3</sup>	<1.8	<1.8	<1.8
	Hairtail	1	<i>Galchichang aekjeot</i> (Salt-fermented hairtail fish sauce)	2.4×10 <sup>2</sup>	<1.8	<1.8	<1.8
<i>Sikhae</i>	Fish	1	<i>Okdom sikhae</i> (Salt-fermented red tilefish with grains)	8.4×10 <sup>8</sup>	<18	<18	<18
		1	<i>Gajami sikhae</i> (Salt-fermented flat fish with grains)	2.0×10 <sup>8</sup>	20	<18	<18
		1	<i>Gajamibap sikhae</i> (Salt-fermented flat fish with rice)	1.8×10 <sup>8</sup>	20	20	<18
	1	<i>Dorumuk sikhae</i> (Salt-fermented sailfin sandfish with grains)	6.0×10 <sup>5</sup>	<18	<18	<18	
	1	<i>Hoesdaebap sikhae</i> (Salt-fermented black edged sculpin with rice)	2.6×10 <sup>8</sup>	230	<18	<18	
Cephalopod	3	<i>Ojingeo sikhae</i> (Salt-fermented squid with grains)	1.9×10 <sup>5</sup> -7.1×10 <sup>5</sup>	<18-45	<18	<18	
	1	<i>Ojingeobap sikhae</i> (Salt-fermented squid with rice)	3.3×10 <sup>5</sup>	<18	<18	<18	

Table 4. The results of food-poisoning bacterial quality evaluation of commercial salt-fermented fishery products

Product name	Jeotgal	Seasonal jeotgal	Aekjeot	Sikhae
Number of sample	32	32	16	9
<i>Bacillus cereus</i>	ND	ND	ND	ND
<i>Campylobacter coli</i>	ND	ND	ND	ND
<i>Campylobacter jejuni</i>	ND	ND	ND	ND
<i>Clostridium perfringens</i>	ND	ND	ND	ND
Pathogenic microorganisms				
<i>Enterohemorrhagic Escherichia coli</i>	ND	ND	ND	ND
<i>Listeria monocytogenes</i>	N/D	N/D	ND	ND
<i>Salmonella</i> spp.	ND	N/D	ND	ND
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	ND	ND	ND	ND
<i>Yersinia enterocolitica</i>	1	ND	ND	ND

ND, not detected.

어젯에서 높은 대장균군이 검출되었다. Lee et al. (2008)의 연구결과에서도 젓갈의 대장균군은 평균 1.4 log CFU/g과 양념젓갈에서는 평균 2.3 log CFU/g이 확인되었으며, 대장균은 양념젓갈에서만 970 CFU/g 검출된 결과와 달리, 본 실험에서는 대장균은 검출되지 않았다.

### 식중독세균

시중 유통 중인 젓갈류의 식중독균의 유무를 확인하기 위해 차세대염기서열(next-generation sequencing, NGS) 분석 결과, 갈치젓(1종)에서만 *Yersinia enterocolitica*가 검출되었다(Table 4). 이를 제외한 다른 젓갈류에서는 *B. cereus*, *C. perfringens*, *Salmonella* 속, *V. parahaemolyticus*, *L. monocytogenes*, 장출혈성대장균(*Enterohemorrhagic E. coli*), *C. jejuni*, *C. coli*, *Y. enterocolitica*는 검출되지 않았다. 젓갈에서 *Bacillus* 속, *Micrococcus* 속이 빈번히 검출되었고 가리비젓, 가자미식해, 꼴뚜기젓, 멸치젓 등 17종의 젓갈에서 70종의 *Bacillus* 속 균주와 5종의 *Pseudomonas* 속 균주가 분리 보고와는 차이가 있었다(Kim et al., 2009; Choi et al., 2018).

Choi et al. (2018)은 PCR을 이용한 젓갈류의 식중독균을 실험하였을 때, *Salmonella* 속, *V. parahaemolyticus*, *Listeria monocytogenes*, 장출혈성대장균(*Enterohemorrhagic E. coli*), *Y. enterocolitica*은 검출되지 않았으며, 양념젓갈 20건, 젓갈 2건에서 *B. cereus*가 검출된다는 보고가 있었고, 본 연구에서는 갈치젓 1종만 제외하고 대부분의 젓갈류에서 식중독균은 검출되지 않았지만, 일부 제품은 대장균까지 확인된 것으로 볼 때 젓갈류의 지속적 식품안전성 확보를 위해서는 젓갈 제조 공정별로 체계적인 위생안전관리 구축 및 고춧가루 등 부재료에 대한 엄격한 품질관리가 필요하다.

### 사 사

본 연구는 과학기술정보통신부 재원으로 한국식품연구원의

지원을 받아 수행된 연구이며(E0211400-01), 연구비 지원에 감사드립니다.

### References

- APHA (American Public Health Association). 1970. Recommended procedures for the examination of seawater and shellfish, 4th ed. APHA, Washington D.C., U.S.A.
- APHA (American Public Health Association). 1984. Laboratory procedures for the examination of sea water and shellfish. 5th ed. APHA, Washington D.C., U.S.A.
- Choi SA, An SE, Jeong HG, Lee SH, Mun KH and Kim JB. 2018. Evaluation of microbiological safety in commercial Jeotgal. Korean J Food Preserv 25, 270-278. <https://doi.org/10.11002/kjfp.2018.25.2.270>.
- Ha JH, Moon ES and Ha SD. 2007. Assessment of microbial contamination and safety of commercial shrimp Jeotgal (salt fermented shrimp). J Food Hyg Saf 22, 105-109.
- Ha SD and Kim AJ. 2005. Technological trends in safety of Jeotgal. Food Sci Ind 38, 46-64.
- ISO (International Organization for Standardization). 2005. ISO/TS 16649-3. Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the enumeration of beta-glucuronidase-positive *Escherichia coli*. Part 3: Most probable number technique using 5-bromo-4-chloro-3-indolyl-beta-D-glucuronide. ISO, 1-8.
- KCA (Korea Consumer Agency). 2018. Investigation on the safety status of fishery food (oriented on marinated crab and salted seafood). KCA, Eumseong, Korea.
- Kim MS, Park EJ, Jung MJ, Roh SW and Bae JW. 2009. Analysis of prokaryote communities in Korean traditional fermented food, Jeotgal, using culture-dependent method and isolation of a novel strain. Korean J Microbiol 45, 26-31.
- Kim SM. 2020. The present condition and development prospect of the fermented fishery products. Food Sci Ind 53, 200-214.

- Kim YM. 2008. Present status and prospect of fermented seafood industry in Korea. *Food Sci Ind* 41, 16-33.
- 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>.
- Koo OK, Lee SJ, Chung KR, Jang DJ, Yang HJ and Kwon DY. 2016. Korean traditional fermented fish products: Jeotgal. *J Ethn Foods* 3, 107-116. <https://doi.org/10.1016/j.jef.2016.06.004>.
- Lee SM, Lim JM, Kim KH, Cho SY, Park KS, Sin YM, Cheung CY, Cho JI, You HJ, Kim KH, Cho DH, Lim CJ and Kim OH. 2008. Microbiological study using monitoring of microorganism in salt-fermented fishery products. *J Food Hyg Saf* 23, 198-205.
- Li W, Fu L, Niu B, Wu S and Wooley J. 2012. Ultrafast clustering algorithms for metagenomic sequence analysis. *Brief Bioinform* 13, 656-668. <https://doi.org/10.1093/bib/bbs035>.
- Song HS and Kim SH. 2017. Effect of fermentation temperature and salt concentration on changes in quality index of salted shrimp during fermentation. *J Food Hyg Saf* 32, 355-362. <https://doi.org/10.13103/JFHS.2017.32.5.355>.