

새우젓 저장 유통 중 위해 미생물학적인 안전성 연구

오상희 · 허옥순¹ · 방옥균² · 장해춘² · 신현수¹ · 김미리*

¹대전지방식품의약품안전청, ²조선대학교 식의약학과, 충남대학교 식품영양학과

Microbiological Safety of Commercial Salt-fermented Shrimp during Storage

Sang Hee Oh, Ok-Soon Heo¹, Ok Kyun Bang², Hae Choon Chang²,
Hyun-Soo Shin¹, and Mee Ree Kim*

¹Daejon Regional KFDA,

²Department of Food and Medicine, Chosun University

Department of Food Science and Nutrition, Chungnam National University

Microbiological safety investigation of 36 commercial salt-fermented shrimps revealed presence of coliform and Gram(+) cocci, whereas pathogenic bacteria such as *Escherichia coli* O26, *Salmonella*, *Shigella*, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio parahaemolyticus*, and *V. cholerae* were not detected. When pathogenic bacteria were inoculated into 9, 18, and 27% salted shrimps, *Salmonella* sp., *E. coli* O26, and *S. aureus* were not detected up to 13, 80, and 90 days of fermentation at 20°C, respectively, whereas up to 15 day in commercial salt-fermented shrimps.

Key words: commercial salt-fermented shrimp, microbiological safety

서 론

젓갈은 어류의 근육, 내장 등에 10-20%의 식염을 가하여 부패 변질을 억제하면서 일정기간 염장시켜 숙성·발효시킨 전통 발효식품으로 우리의 식생활에서 중요한 식품이다(1). 젓갈류는 가공식품의 일종이지만 일반 가공식품과는 달리 열처리를 하지 않는 수산가공식품으로 염도가 높기는 하나 수분함량이 많아 위생적 취급관리가 어렵다(2). 젓갈류 중 새우젓은 멸치젓에 이어 두 번째로 생산량이 많다(3). 새우젓은 내장에 다량의 효소가 존재하여 다른 어패류보다 쉽게 부패하여 어획 즉시 염지하여야 하며 다른 젓갈보다 다량의 식염을 첨가하여 제조한다(1). 젓갈류에서 발견되는 주요 미생물은 *Micrococcus*속, *Brevibacterium*속, *Sarcina*속, *Leuconostoc*속, *Bacillus*속, *Pseudomonas*속, *Flavobacterium*속 및 각종 효모류 등으로 알려져 있으며, 젓갈의 이상발효 및 부패에 관여하는 미생물은 *Vibrio*속, *Achromobacter*속, *Bacteroides*속 등의 세균류와 *Saccharomyces*속의 효모류 등으로 보고되어 있다(4). 새우젓의 소금 첨가량은 표준화되어 있지 않고 담는 시기에 따라 동백하젓, 오젓, 육젓, 추젓 등의 명칭으로 구분되는데, 이 때 사용되는 소금양

은 원료의 선도, 계절에 따라 다르다(2). 현재 식품공전에는 젓갈의 품질 기준으로 액젓에 대한 이화학적 평가기준만 있을 뿐 새우젓에 대한 이화학적, 미생물적 규격이 정해져 있지 않아 위생적인 품질관리가 수행되지 못하고 있는 실정이다. 현재까지 젓갈에 대한 연구로는 젓갈의 저염화에 관한 연구(4-6), 미생물학적 품질표준화에 대한 연구(7), 젓갈에 대한 안전성(8,9) 및 HACCP에 대한 연구(10)가 있을 뿐이다.

재래시장에서 판매되는 재래새우젓은 저장, 유통과정에서 위해 미생물에 노출될 기회가 많아 위생적인 면에서 우려된다. 또한, 현재 기업에서 판매되는 새우젓의 경우에도 기업체에서 직접 생산하기보다는 주문자 생산방식으로 제조되어 포장 판매되는 것이 대부분이므로 시판 새우젓에 대한 미생물학적인 안전성에 대한 평가가 요구되고 있다.

따라서 본 연구에서는 종류별, 원산지별 시판 새우젓의 미생물학적인 위해성을 평가하고, 위해 미생물의 오염경로에 따른 위해 미생물의 생육정도를 분석하여 새우젓의 미생물학적인 위해성을 평가하였다.

재료 및 방법

시판새우젓 실험재료

대전, 광천, 강경 재래시장에서 판매하는 새우젓 28제품과 시중에 유통되고 있는 중소기업체에서 제조한 새우젓 8제품을 구입하여 4°C에 저장하면서 실험에 사용하였다. 구입한 새우젓의 구입시기와 장소 및 특징은 Table 1 및 2와 같다.

*Corresponding author: Mee Ree Kim, Department of Food Science and Nutrition, Chungnam National University, Gung-dong 220, Yuseong-gu, Daejon 305-764, Korea
Tel: 82-42-821-6837
Fax: 82-42-822-8283
E-mail:mrkim@cnu.ac.kr

Table 1. List of purchased salt-fermented shrimp in traditional market

Kind	Producing nation	Sample code	Purchased place	Purchased month
Oh Jeot ¹⁾	Korea	TO1	Daejeon, T	August
		TO2	Kangkyung	October
		TO3	Kwangchun	April
		TO4	Daejeon, J	April
	China	TO5	Daejeon, N	April
		TO6	Daejeon, N	April
Yook Jeo ²⁾	Korea	TY1	Daejeon, O	August
		TY2	Kangkyung	October
Chu Jeot ³⁾	Korea	TA1	Daejeon, J	August
		TA2	Daejeon, D	August
		TA3	Daejeon, H	August
		TA4	Daejeon, N	August
		TA5	Daejeon, N	August
		TA6	Kangkyung	October
		TA7	Kangkyung	October
		TA8	Kwangchun	April
	China	TC1	Daejeon, N	August
		TC2	Daejeon, N	August
		TC3	Kangkyung	October
		TC4	Daejeon, O	April
		TC5	Daejeon, O	April
		TC6	Daejeon, O	April
Vietnam	TV1	Daejeon, N	August	
	TV2	Daejeon, N	April	
Jaha Jeot	Korea	TJ1	Daejeon, O	August
Saeha Jeot	Korea	TS1	Kangkyung	October
Borisewoo Jeot ⁴⁾	Korea	TB1	Daejeon, N	April
Dongbakha Jeot ⁵⁾	Korea	TD1	Daejeon, N	April

¹⁾Salt-fermented shrimp caught in May.

²⁾Salt-fermented shrimp caught in June.

³⁾Salt-fermented shrimp caught in Autumn.

⁴⁾Salt-fermented shrimp in winter.

⁵⁾Salt-fermented *Acetes japonicus* (a kind of small shrimp).

Table 2. List of commercial salt-fermented shrimp sold by company

Kind	Sample code	Selling Co. code	Purchased time	Valid thru.	Composition marked on the side of a package
Oh Jeot ¹⁾	CO1	A	02-09-16	02-12-25	Shrimp 75%, Salt 25%
Yook Jeot ²⁾	CY1	A	02-09-16	02-12-25	Shrimp 75%, Salt 25%
	CA1	B	02-08-09	02-11-16	Shrimp 80%, Salt 20%
Chu Jeot ³⁾	CA2	C	02-08-08	Unmarked	Shrimp 75%, Salt 25%
	CA3	D	02-08-09	02-11-15	Shrimp 75%, Salt 25%
	CA4	E	02-08-09	03-06-26	Shrimp 75%, Salt 26%
	CA5	A	02-09-16	02-12-25	Shrimp 75%, Salt 25%
	CA6	A	02-09-16	02-12-25	Shrimp 75%, Salt 25%

¹⁾Salt-fermented shrimp caught in May.

²⁾Salt-fermented shrimp caught in June.

³⁾Salt-fermented shrimp caught in Autumn.

실험방법

염도 측정: 염도는 Mohr법(11)으로 시료 추출액의 염소량을 측정 한 후 NaCl량으로 환산표시하였다. 즉, 시료의 추출은 것 갈 5 g에 증류수 50 mL을 넣고 homogenizer(Diax 900,

Heidolph, Germany)로 2분간 마쇄한 후 증류수로 100 g이 되게 정용하였다. 정용한 액은 여과지(Whatman Plc., UK., No. 4, 110 mmΦ)로 여과하여 추출액으로 사용하였다. 추출액 5 mL에 증류수 5 mL을 가한 후 2% K₂CrO₄ 1 mL을 가한 다음 0.1 N

AgNO₃로 15초간 흔들어 약한 적갈색이 사라지지 않을 때까지 적정하여 측정하였다.

미생물수 측정: 새우젓 10g을 멸균수 90 mL에 넣고 균질화한 후 회석하여 각각의 배지에 분주하여 생균수를 평판배양법으로 측정하였으며 사용된 멸균수와 배지에는 NaCl을 3%첨가하였다. 총균은 nutrient agar(Difco, Co., Detroit, MI, USA)를, 효모는 10% tartaric acid로 pH를 3.5로 조절된 potato dextrose agar(Difco, Co., Detroit, MI, USA)를, 대장균군은 eosin methylene blue agar(Difco, Co., Detroit, MI, USA)를, 살모넬라는 SS agar(Difco, Co., Detroit, MI, USA)를, 그램 양성 구균은

phenylethanol agar(Difco, Co., Detroit, MI, USA)를, 비브리오균은 TCBS agar(Difco, Co., Detroit, MI, USA)를 선택배지로 사용하였다. 총균과 효모, 비브리오균은 30°C에서 3일간 배양하였으며, 대장균군과 살모넬라균, 그램 양성 구균은 37°C에서 2일간 배양한 후 집락을 계수하고 시료 1g당 colony forming unit(CFU)의 수치로 나타냈다.

그램양성 구균동정: Phenylethanol agar에서 분리된 균을 순수분리하여 분리균주의 특성을 형태관찰, 그램 염색, catalase test, 당발효 특성, API system(BioMereux, France)을 통하여 조사하고 그 결과를 API system의 index와 Bergey's Manual of

Table 3. Microbiological characteristics of purchased salt-fermented shrimp in traditional market

Sample code ¹⁾	Salinity (%)	Total viable cells (CFU/g)	<i>Lactobacilli</i> (CFU/g)	Yeasts (CFU/g)	Coliforms (CFU/g)	<i>Salmonella</i> (CFU/g)	Gram (+) cocci (CFU/g)	Vibrios (Non-fermented sucrose) (CFU/g)	Vibrios (Fermented sucrose) (CFU/g)
TO1	23.0	6.7	nd ²⁾	nd	4.3	nd	nd	nd	nd
TO2	22.2	1.7	9.5	nd	1.4	nd	5.5	nd	nd
TO3	24.3	1.7	nd	2.4	1.5	nd	NT ³⁾	NT	NT
TO4	23.6	1.7	nd	1.3	1.7	nd	NT	NT	NT
TO5	22.5	1.5	nd	3.0	nd	nd	NT	NT	NT
TO6	23.2	1.3	nd	6.7	9.5	nd	NT	NT	NT
Mean (n=6)	23.1	3.6	1.6	1.7	2.8	nd	2.8	nd	nd
TY1	21.2	2.8	nd	nd	2.3	nd	2.6	nd	nd
TY2	22.8	8.4	1.3	nd	1.7	nd	3.1	4.9	nd
Mean (n=2)	19.3	1.4	6.5	nd	9.7	nd	1.7	nd	nd
TA1	21.3	4.6	nd	nd	8.8	nd	9.8	nd	nd
TA2	19.3	4.0	nd	nd	6.2	nd	7.8	nd	nd
TA3	25.7	2.7	nd	nd	1.4	nd	5.8	nd	nd
TA4	20.7	3.7	nd	nd	8.6	nd	nd	nd	nd
TA5	21.9	2.4	nd	8.7	1.1	nd	1.9	1.7	nd
TA6	25.2	1.0	1.2	nd	1.2	nd	2.4	nd	nd
TA7	24.2	1.7	5.0	nd	2.8	nd	3.0	9.3	nd
TA8	22.3	1.6	nd	4.3	5.0	nd	NT	NT	NT
Mean (n=8)	23.3	3.9	6.4	5.5	1.4	nd	8.1	1.4	nd
TC1	28.7	1.1	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
TC2	24.8	2.6	nd	nd	1.4	nd	3.8	nd	nd
TC3	23.4	4.1	7.4	nd	1.6	nd	3.0	9.3	nd
TC4	24.0	2.1	nd	6.4	3.6	nd	NT	NT	NT
TC5	25.1	3.8	nd	1.4	3.3	nd	NT	NT	NT
TC6	26.2	4.2	nd	3.6	2.5	nd	NT	NT	NT
TV1	23.9	1.2	nd	nd	3.5	nd	nd	6.5	nd
TV2	24.2	3.7	nd	2.3	9.3	nd	NT	NT	NT
Mean (n=8)	25.0	2.8	9.3	8.4	6.3	nd	7.6	2.5	nd
TJ1	17.9	1.8	nd	nd	8.2	nd	nd	nd	nd
TS1	21.8	5.1	5.0	nd	2.1	nd	5.0	2.2	nd
TB1	22.2	2.7	nd	7.7	3.4	nd	NT	NT	NT
TD1	23.7	7.7	nd	1.0	3.0	nd	NT	NT	NT
Mean (n=4)	21.4	2.1	2.5	4.4	7.1	nd	2.5	1.1	nd
Total mean (n=28)	23.2	2.0	5.3	2.5	4.5	nd	1.0	1.3	nd

¹⁾See the Table 1.

²⁾Not detected with the detection limit <10¹ CFU/g.

³⁾Not tested.

Table 4. Microbiological characteristics of commercial salt-fermented shrimp sold by company

Sample code ¹⁾	Salinity (%)	Total viable cells (CFU/g)	<i>Lactobacilli</i> (CFU/g)	Yeasts (CFU/g)	Coliforms (CFU/g)	<i>Salmonella</i> (CFU/g)	Gram(+) cocci (CFU/g)	Vibrios (Non-fermented sucrose) (CFU/g)	Vibrios (Fermented sucrose) (CFU/g)
CO1	24.3	2.4	1.4	nd ²⁾	1.0	nd	1.0	2.7	7.0
CY1	24.6	1.1	1.4	nd	nd	nd	1.8	1.0	3.0
CA1	24.0	1.6	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
CA2	25.2	9.1	nd	nd	4.5	nd	1.7	nd	nd
CA3	22.1	7.5	nd	3.7	5.2	nd	1.7	1.6	nd
CA4	22.3	8.0	nd	nd	3.3	nd	1.2	nd	nd
CA5	26.0	1.7	2.5	nd	nd	nd	1.0	1.3	2.0
CA6	25.7	1.3	2.9	nd	4.0	nd	3.9	1.1	nd
Mean (n=6)	24.2	6.6	8.3	6.2	6.2	nd	7.3	4.3	3.3
Mean (n=8)	24.3	1.1	1.1	3.7	4.0	nd	8.0	8.2	2.2

¹⁾See the Table 1.

²⁾Not detected with the detection limit <10¹ CFU/g.

Systematic Bacteriology(12)에 준하여 잠정 동정하였다.

대장균군 동정: Eosin methylene blue agar에서 분리된 균 중 대장균군으로 의심되는 형태의 집락 즉, 검은 집락 또는 금속성을 띄는 흑녹색의 집락을 골라 Tryptic soy agar(Difco, Co., USA)에서 순수 분리하고 그램 염색을 실시하여 그램음성 무아포성 간균을 확인한 후 생화학 실험을 거쳐 API 20E kit를 통하여 조사하고 그 결과를 API system의 index와 Bergey's Manual of Systematic Bacteriology(12)에 준하여 잠정 동정하였다.

비브리오속균 동정: TCBS agar에서 분리된 균 중 비브리오속균으로 의심되는 집락을 선별하여 Tryptic soy agar(Difco, Co., USA)에서 순수 분리하고 생화학 실험을 거쳐 API 20E kit를 통하여 조사하고 그 결과를 API system의 index와 Bergey's Manual of Systematic Bacteriology(12)에 준하여 잠정 동정하였다.

제조 및 유통 저장 중 오염된 병원성 미생물의 생육평가

제조과정 중 오염모델: 새우젓 제조과정 중 병원성 위해 미생물의 오염모델로서 새우젓을 세 가지 염도(9, 18 및 27%)로 제조한 후에 *Salmonella* sp., *Escherichia coli* O26, *Staphylococcus aureus*를 각각 1.8×10^8 , 8.5×10^8 , 5.3×10^{10} CFU/g 씩 접종한 후 20°C에서 숙성시키면서 생육정도를 각각 SS agar, eosin methylene blue agar, phenylethanol agar를 사용하여 경시적으로 평가하였다.

유통 저장 중 오염 모델: 새우젓의 유통 저장 중 병원성 위해 미생물의 오염 모델로서 숙성이 완료된 상태에서 시판되는 새우젓을 구입하여 상기와 같이 위해 미생물 3종을 각각 접종한 후 20°C에서 저장하면서 경시적으로 생육정도를 평가하였다.

통계분석

실험시 얻은 data는 통계프로그램인 SAS(Statistic Analysis System)(13)을 이용하여 Duncan's multiple range test로 시료 간 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

시판 새우젓의 미생물학적 특성

시판 새우젓의 미생물학적 특성은 Table 3 및 4에 나타내었다.

염도 및 총균수: 새우젓의 총균수는 10^1 - 10^6 CFU/g 으로 제

품마다 다양하였다. 기업 새우젓의 총균수는 10^2 - 10^4 CFU/g, 재래 새우젓은 10^1 - 10^6 CFU/g 의 수준으로 나타났다. 본 연구결과에서 새우젓의 염도는 17.9-25.7%로 나타났는데, 이는 이 등(14)과 함 등(15)의 연구결과에서도 시판 새우젓의 염도가 각각 21.3-23.5%, 27.2%로 본 연구와 비슷하게 보고되었다. 이들 연구에서 새우젓의 총균수는 각각 3.1×10^3 CFU/mL, 10^2 - 10^4 CFU/g 으로 보고되어, 본 연구결과에서 역시 다른 시판 새우젓에 대한 연구결과와 유사한 결과를 나타내었다. 그러나, 새우젓의 종류별로 볼 때, 기업새우젓은 비교적 낮은 미생물 수를 나타낸 반면, 재래 새우젓은 제품별로 미생물수가 다양하였다. 그러나 어획시기 및 원산지에 따른 미생물 수의 차이는 보이지 않았다. 함 등(15)이 시판 젓갈의 일반 세균수는 염농도가 증가할수록 감소현상을 보였다고 보고한 것과는 달리 본 연구결과에서는 염도가 높더라도 총균수가 감소하지 않게 나타났는데 이것은 시판 새우젓의 숙성기간, 유통 및 저장조건의 따른 차이에 기인되는 것으로 생각된다.

대장균군 및 살모넬라: 시판 새우젓에서 대장균군은 검출되지 않거나 10^1 - 10^4 CFU/g 의 수준으로 검출되었다. 재래 새우젓은 전체 28개 제품 중 2개 제품이 대장균군이 검출되지 않았고, 10^1 - 10^2 CFU/g 수준의 제품이 11개, 10^3 - 10^4 CFU/g 수준의 제품이 14개였다. 반면, 기업 새우젓은 전체 8개 제품 중 3개 제품이 대장균군이 검출되지 않았고 10^1 - 10^2 CFU/g 수준의 제품이 4개, 10^3 CFU/g 의 제품이 1개였다. 대장균군은 식중독성 미생물인 *Escherichia coli*외에 *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter* 등의 장내세균(*Enterobacteriaceae*)과 분변과 직접 관계 없는 *Aeromonas* 등의 균종이 포함된 것이다. 또한 대장균군은 자연계에도 널리 분포하는 것으로 안전성의 지표라기보다는 환경위생관리상의 오염지표균으로 보는 것이 타당하다. 본 실험에서 검출된 대장균군 중 *Escherichia coli*로 추정되는 녹색의 금속성 광택을 나타내는 집락은 검출되지 않았다. 또한 *Salmonella*도 시판 새우젓에서 검출되지 않았다.

그램 양성 균: 시판 새우젓에서 Gram positive cocci는 전체 25개 제품 중 5개 제품은 검출되지 않았고, 나머지 제품에서는 10^1 - 10^3 CFU/g 수준으로 검출되었다.

검출된 균 중 phenylethanol agar에서 분리되고 catalase양성인 균을 *Staphylococcus*속과 *Micrococcus*속으로 구분하고 이 중,

Table 5. Characteristics of Gram positive isolated from commercial salt-fermented shrimp

Characteristics	Isolates		
	Ca1	Ca3	Ca4
Gram stain	+	+	+
Catalase	+	+	+
Acid from glucose			
Aerobically	+	+	+
Anaerobically	+	-	+
Gas from glucose	-	+	-
API 20 STAPH assay			
Glucose	+	-	+
Fructose	+	-	+
Mannose	+	-	+
Maltose	+	-	+
Lactose	-	-	-
Trehalose	+	-	+
Mannitol	+	-	±
Xylitol	-	-	-
Melibiose	-	-	-
Nitrate reduction	+	+	+
Alkaline phosphatase	+	-	+
Voges-Proskauer	-	-	-
Raffinose	-	-	-
Xylose	+	-	-
Saccharose	+	-	+
α-methyl-D-glucoside	-	-	-
N-acetyl-glucosamine	±	-	+
Arginine dihydrolase	-	-	-
Urea	+	-	-
Lysostaphin resistance	-	+	-
Tentative identification	<i>Staph. xylosus</i>	<i>Mic. sp.</i>	<i>Staph. sciuri</i>

혐기적 조건에서도 glucose를 기질로 산을 생성하는 균주를 *Staphylococcus*속으로, 호기적 조건에서만 산을 생성하는 균주를 *Micrococcus*속으로 구분하였다. 속단위로 구분된 *Staphylococcus* 균주는 API system과 Bergey's Manual of Systematic Bacteriology(12)에 준하여 *Staphylococcus xylosus*, *Staphylococcus sciuri*로 잠정 동정되었다(Table 5). 이는 함 등(15)이 시판 젓갈에서 12주의 포도상구균속균이 분리된 중에 *S. lentus* 5주, *S. xylosus* 3

주, *S. auricularis* 2주 그리고 *S. epidermidis* 및 *S. haemolyticus* 각각 1주가 분리되었다는 연구 결과와 유사한 것이다.

비브리오균: 시판 새우젓에서 비브리오균은 전체 25개 제품 중 10개 제품에서는 검출되지 않았고, 나머지 제품에서는 10¹-10³ CFU/g 수준으로 검출되었다. 호염성 Gram 음성 세균인 비브리오균은 해양세균으로 원양에서 보다 연안에서 많이 분리되고 특히 담수와 해수가 혼합되는 강하구에서 많이 분리된다. 현재 비브리오균종은 약 40여종이 보고되고 있으며 *V. vulnificus*, *V. parahaemolyticus*, *V. cholerae* 등 10종이 병원균으로 보고되어 있다. 그러나 본 연구결과에서 분리된 비브리오균은 API system을 통해 동정한 결과 비병원성인 *V. fluvialis*가 분리되었다. 이는 함 등(14)이 시판 젓갈에서 분리된 8주의 비브리오속 균 중 *V. alginolyticus* 5주, *V. fluvialis*가 3주 분리되었다는 것과 유사한 결과이다.

제조 및 유통 저장 중 오염된 병원성 미생물의 생육평가

제조과정 중 오염모델: 염농도를 달리하여 제조한 새우젓에 제조 직후에 *Salmonella* sp., *Escherichia coli* O26 및 *Staphylococcus aureus*를 각각 접종하여 20°C에서 숙성시키면서 그 생육정도를 관찰한 결과는 Fig. 1-3과 같다. Table 6에 각각의 위해 미생물을 접종 한 후 50% 사멸하는 데까지 걸린 기간(LD₅₀)을 나타내었다. *Salmonella* sp.는 새우젓에 접종 후 염농도 9%에서는 숙성 13일에, 염농도 18 및 27%에서는 숙성 11일 후에 모두 사멸하였다(Fig. 1). *Escherichia coli* O26는 접종 후 숙성 20일까지 10³-10⁶ CFU/g 의 수준으로 급격히 감소된 후 염농도 9 및 18%에서는 숙성 80일에, 염농도 27%에서는 70일에 모두 사멸하였다(Fig. 2). *Staphylococcus aureus*는 접종 후 숙성 10일까지 10⁶-10⁷ CFU/g 의 수준으로 감소된 후 염농도 9 및 27%에서는 숙성 80일에, 염농도 18%에서는 숙성 90일에 모두 사멸하였다(Fig. 3). 각각의 균주에 따라 염도에 따른 생육정도가 다르게 나타났는데 이는 이들의 내염성이 다르기 때문으로 보인다. 일반적으로 구균이 간균보다 내염성이 강하고 병원성 균은 식염내성이 약하다. 장내세균은 8-9% 식염농도에서, 포도상구균은 15-20%의 식염농도에서 생육이 저지된다(16). 본 결과에서 *Escherichia coli* O26과 *Staphylococcus aureus*의 사멸기간이 다른 염농도에서보다 18% 새우젓에서 유의적으로 증가하였는데(Table 6), 이는 새우젓 제조시 통상 첨가하는 염농도인 20%보다 18%에서 미생물이 더 잘 생육하였다는 목 등(17)의 연구와 같은 결과로 보인다. 즉, 내염성이 약한 *Salmonella* sp.와는 달리 *Escherichia coli* O26과 *Staphylococcus aureus*는

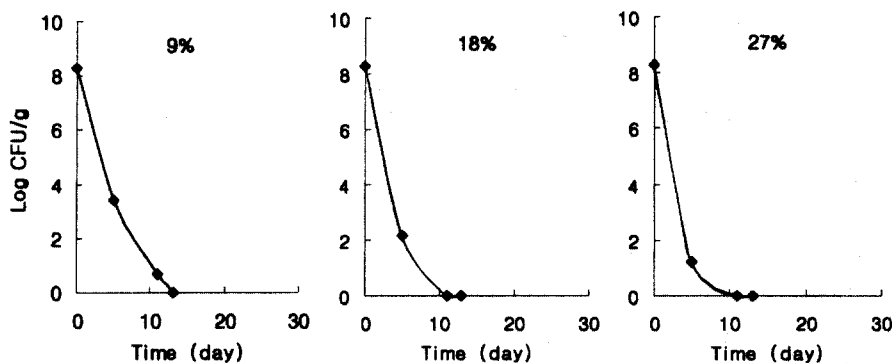


Fig. 1. Survival curves of inoculated *Salmonella* sp. in salt-fermented shrimp at 9, 18, and 27% salt level during fermentation at 20°C. *Salmonella* sp. was inoculated at the level of 1.8 × 10⁸ CFU/g into salted shrimps at 0-day of manufacture.

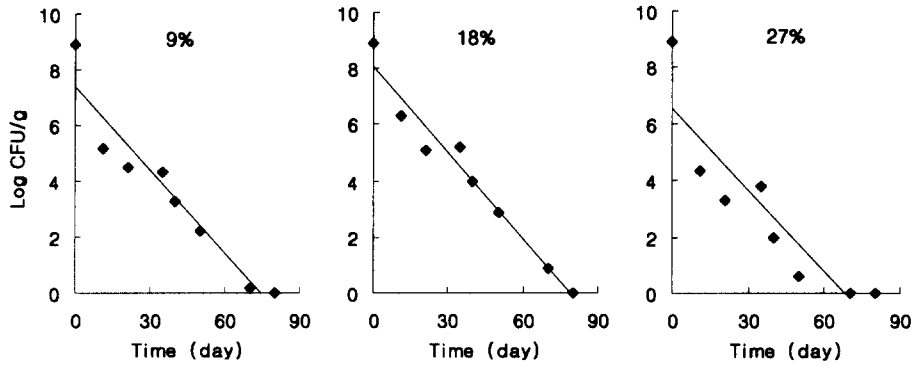


Fig. 2. Survival curves of inoculated *Escherichia coli* O26 in salt-fermented shrimp at 9, 18, and 27% salt level during fermentation at 20°C.

Escherichia coli O26 was inoculated at the level of 8.5×10^8 CFU/g into salted shrimps at 0-day of manufacture.

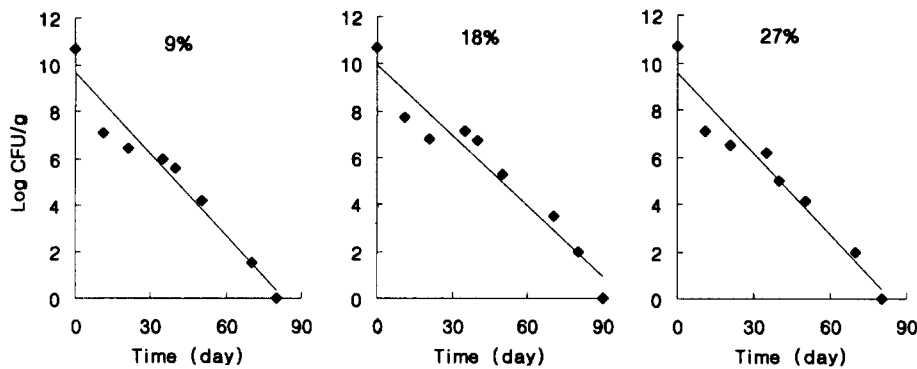


Fig. 3. Survival curves of inoculated *Staphylococcus aureus* in salted and fermented shrimp at 9, 18, and 27% salt level during fermentation at 20°C.

Staphylococcus aureus was inoculated at the level of 5.3×10^{10} CFU/g into salted shrimps at 0-day of manufacture.

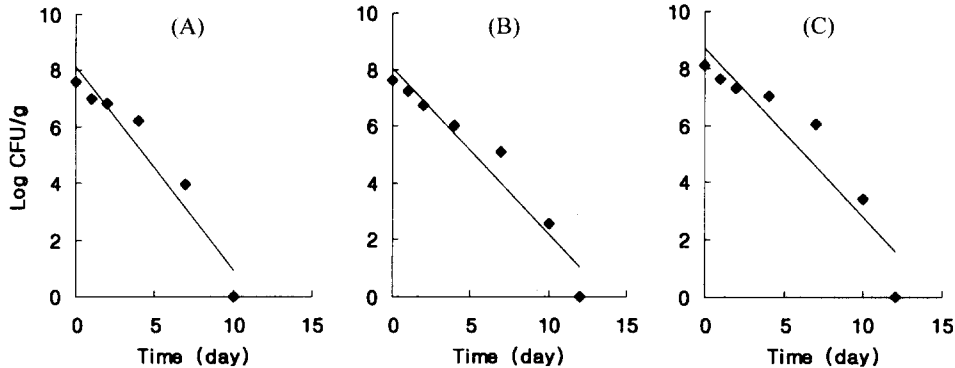


Fig. 4. Survival curves of inoculated pathogenic bacteria in commercial salt-fermented shrimp at traditional market during storage at 20°C.

Salt-fermented shrimp was purchased in the market and salt level was 21.9%. *Salmonella* sp. (A), *Escherichia coli* O26 (B) and *Staphylococcus aureus* (C) were inoculated into salt-fermented shrimps at the level of 1.8×10^8 , 8.5×10^8 , and 5.3×10^{10} CFU/g, respectively.

염농도가 너무 낮아 부패하기 쉬운 염농도 9% 새우젓이나 생육하기 어려운 27%에서보다 18%에서 생육이 높았다.

유통 저장 중 오염 모델: 새우젓의 유통 저장 중 병원성 위해 미생물의 오염 모델로서 시판되는 새우젓을 구입하여 시판 새우젓에 위해 미생물 3종을 각각 접종한 후 20°C에서 저장하면서 경시적으로 생육정도를 파악하여 Fig. 4에 나타내었다. Table 6에 각각의 위해 미생물을 접종 한 후 50% 사멸하는 데 까지 걸린 기간(LD₅₀)을 나타내었다. *Salmonella* sp., *Escherichia*

coli O26 및 *Staphylococcus aureus*는 각각 저장 10일, 12일 및 12일에 모두 사멸하였다. 새우젓은 다른 젓갈에 비해 식염농도가 높기 때문에 식염자체가 미생물 증식 억제효과를 갖기 때문에 낮은 미생물 농도를 나타낸다. 즉, 식품의 탈수를 일으켜 미생물이 필요한 수분을 감소시키고 소금의 고삼투압으로 원형질 분리를 일으켜 생육이 저해되며 또한 소금의 해리에 의해 생성되는 염소이온의 작용으로 부패가 억제되는 것으로 알려져 있다(2). 또한 젓갈은 발효 식품으로 발효미생물에 의해

Table 6. LD₅₀ of pathogenic bacteria in salt-fermented shrimps at different storages of contamination (day)

Contamination stage	Salt level (%)	Kinds of pathogenic bacteria		
		<i>Salmonella</i> sp. ¹⁾	<i>Escherichia coli</i> O26	<i>Staphylococcus aureus</i>
Manufacturing & Fermentation	9	5.6 ^{b,2)}	29.4 ^b	37.0 ^b
	18	4.8 ^a	35.6 ^c	45.0 ^c
	27	4.3 ^a	21.9 ^b	36.7 ^b
Distribution	21.9	6.0 ^b	7.2 ^a	7.8 ^a

¹⁾*Salmonella* sp., *Escherichia coli* O26 and *Staphylococcus aureus* were inoculated into salt-fermented shrimps at the level of 1.8×10^8 , 8.5×10^8 , and 5.3×10^{10} CFU/g, respectively.

²⁾Means in the same column followed by the same superscripts are not significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

생성된 박테리오파지에 의해 부패 및 병원성 세균의 생육이 저해된 것으로 보인다(18). 따라서 저장, 유통과정 중에 위해미생물이 오염되더라도 새우젓의 염 및 발효산물에 의해 15일 이내 모두 사멸된다고 할 수 있다. 그러나 본 실험에서 접종한 미생물의 수는 시판 새우젓에서 검출된 수의 적게는 2배에서 많게는 10배로 과량이었으므로 실제로는 사멸되는데 걸리는 시간은 15일보다 더 빠르리라 생각된다. 또한, 본 연구결과에서 숙성이 완료된 새우젓에 위해 미생물을 접종하였을 때의 생육 저해 정도는 새우젓 제조직후 즉 숙성 전에 미생물을 접종하여, 숙성시켰을 때 보다 그 생육이 더 저해되었다(Table 6). 이 같은 결과는 부패 및 위해 미생물의 생육이 단순히 염 뿐 만 아니라 숙성과정에 생성된 발효산물들에 의해 미생물의 생육이 저해되기 때문으로 보인다.

이상의 결과로부터 새우젓의 제조과정 중에 오염된 미생물은 90일 이내에 또한 저장 유통 중에 오염된 위해 미생물은 15일 이내에 사멸되었으므로 미생물학적으로 안전하려면 새우젓은 반드시 숙성기간이 90일 이상 요구된다고 할 수 있다.

요 약

시판 새우젓의 미생물학적 특성을 평가한 결과 총균수는 기업 새우젓과 재래 새우젓이 각각 10^2 - 10^4 CFU/g, 10^1 - 10^6 CFU/g 으로 나타났다. 시판새우젓에서 대장균군은 검출되지 않은 제품, 10^1 - 10^2 CFU/g, 10^3 - 10^4 CFU/g 수준의 제품이 재래 새우젓은 전체 28제품 중 각각 1개, 8개, 8개였으며, 기업 새우젓은 전체 8제품 중 각각 3개, 4개, 1개 제품이었다. 비브리오균은 전체 25개 제품 중 10개 제품에서는 검출되지 않았고, 나머지 제품에서는 10^1 - 10^3 CFU/g 수준으로 검출되었다. 이 들 검출된 미생물을 생화학적 특성과 API system을 통해 동정한 결과 병원성 미생물은 분리되지 않았다. 또한, 시판 새우젓과 염농도를 9, 18, 27%로 달리하여 제조한 새우젓에 *Salmonella* sp., *Escherichia coli* O26, *Staphylococcus aureus*를 접종하여 생육을 평가한 결과 숙성이 완료되어 시판되는 새우젓에 접종하였을 경우에는 15일 이내에 모두 사멸하였으며, 제조 직후 숙성되기 전에 접종하였을 경우에는 숙성기간인 90일 이내에 모두 사멸하였다.

감사의 글

본 연구는 2002년도 식품의약품안전청 용역과제로 수행된 연구의 일부로 지원에 감사드립니다.

문 헌

- Kim YM, Kim DS. Korean Fermented Seafood. Korea Food Research Institute, Bundang, Korea (1990)
- Lee SK, Kim DS. Fundamentals of Food Processing. Kwangmoongak, Seoul, Korea (1999)
- Ministry of Agriculture and Forestry. Agriculture and Fishery Annual Statistics Report, MAF, Seoul, Korea (1996)
- Mok CK, Song KT. High hydrostatic pressure sterilization of putrefactive bacteria in salted and fermented shrimp with different salt content. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 598-603 (2000)
- Kim DH, Kim JH, Yook HS, Ahn HJ, Kim JO, Sohn CB, Byun MW. Microbiological characteristics of gamma irradiated and low-salted fermented squid. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 1619-1627 (1999)
- Ahn HJ, Lee CH, Lee KH, Kim JH, Cha BS, Byun MW. Processing of low salted and fermented and shrimp using gamma irradiation before optimum fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 1107-1113 (2000)
- Hur SH. Critical review in the microbiological standardization of salt-fermented fish product. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 25: 885-891 (1996)
- Park MY, Lee MS, Chang DS. Safety inspection on Jeotgal, salt-fermented sea food. J. Fish. Sci. Technol. 5: 42-47 (2002)
- Cho HR, Park UY, Chang DS. Studies on the shelf-life extension of Jeotgal, salted and fermented seafood. Korean J. Food Sci. Technol. 34 : 652-660 (2002)
- Park MY, Choi ST, Chan DS. HACCP in changran Jeotgal. J. Fish. Sci. Technol. 5: 48-53 (2002)
- Chae SK. Analysis of sodium chloride. In: Standard Food Analysis. Ji-Gu Publishing Co., Seoul, Korea (1997)
- Sneath PHA, Mair NS, Sharpe ME, Holt JG. Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. Williams and Wilkins Press, New York, NY, USA (1986)
- SAS Institute, Inc. SAS User's Guide. SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA (1989)
- Lee KH, Kim JH, Kim J, Cha BS, Kim JO, Byun MW. Quality evaluation of commercial salted and fermented seafoods. Korean J. Food. Sci. Technol. 31: 1147-1433 (1999)
- Ham HJ, Jin YH. Bacterial distribution of salt-fermented fishery products in Seoul Garak wholesale market. J. Food Hyg. Safety 17: 1773-1777 (2002)
- Son KM, Kim SY, Cho JI, Kim JK, Jung YK, Lee BN. Food Microbiology. Hyoil Pub. Co., Seoul, Korea (2003)
- Mok CK, Lee JY, Park JH. Microbial changes in salted and fermented shrimp at different salt levels during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 444-447 (2000)
- Kim HJ, Lee NK, Cho SM, Kim KT, Park HD. Inhibition of spoilage and pathogenic bacteria NK24, a bacteriocin produced by *Lactococcus lactics* NK24 from fermented fish food. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 1035-1043 (1999)

(2004년 2월 3일 접수; 2004년 5월 19일 채택)