

단순가공 패류의 수산물의 가공 공정 중 미생물학적 및 이화학적 위해요소 분석

권기연 · 류대규 · 정민철 · 강은혜 · 신일식¹ · 김영목*

부경대학교 식품공학과, ¹강릉원주대학교 해양식품공학과

Microbiological and Physicochemical Hazard Analysis in Processing Process of Simple-Processed Shellfish Products

Kion Kwon, Dae-Gyu Ryu, Min-Chul Jeong, Eun-Hye Kang, Il-Shik Shin¹ and Young-Mog Kim*

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

¹Department of Marine Food Science and Technology, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 25457, Korea

The object of this study is to assess physicochemical and microbiological hazards involved during the processing of shellfish products such as oysters, clam, and mussels. Samples including raw materials, intermediates, and final products in the processing process were collected from seven simple-processed shellfish facilities. In the samples obtained from the facilities, viable cell count and coliform group were detected less than that of the Korean Government guidelines. In addition, the high-risk bacterial pathogens such as *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* sp., and *Listeria monocytogenes* were not identified in raw materials and final products. However, the low-risk pathogens, *Staphylococcus aureus* and *Vibrio parahaemolyticus*, were detected in some final products. The level of heavy metal content in the final products tested in this study meets the recommendations by the Korean Government standard guidelines. No foreign materials in the final products were also observed. Considering these results, it was concluded that no significant food hazards exists in the processing process of simple-processed shellfish products. However, it is essential to improve the food safety control in the shellfish processing facilities since *S. aureus*, a personal sanitary indicative bacterium, was continuously detected over seven simple-processed shellfish facilities.

Key words: Food safety, Hazard analysis, Simple-processed product, Shellfish

서 론

우리나라의 1인당 연간 수산물 소비량은 2010년 51.3 kg, 2012년 54.9 kg 그리고 2014년에는 58.9 kg으로 계속적으로 증가하고 있다(Statistics Korea, 2017). 특히, 2013년-2015년 기준으로 1인당 연간 수산물 소비량 58.4 kg은 주요국 중 1위에 해당한다. 우리나라뿐만 아니라 전세계적으로 수산물의 소비량이 증가하고 있는 상황이며, 1인당 연간 수산물 소비량은 1960년 9.9 kg에서 꾸준히 증가하여 최근 3년간 평균 20.2 kg으로 나타났다(FAO, 2016). 우리나라는 세계 상위권의 패류생산국으로 2015년 패류생산량은 약 411천톤으로 총 수산물 생산량의 12.3%를 차지하고 있으며 품종별로는 굴이 287천톤으로 70%, 바지락이 25천톤으로 6.1%를 차지하고 있다(MOF, 2016). 패

류는 연안의 육상과 인접한 곳에서 서식하며 이동성이 거의 없고 여과섭이를 통해 먹이를 섭취한다. 이로 인해 하천 등의 배수 유역에서 유입되는 오염물질의 영향을 받기 쉬우며, 해수 중에 부유하는 세균들을 체내에 쉽게 축적하게 된다(Grimes, 1991; Feldhusen, 2000). 또한 기후변화로 인해 발생하는 잦은 폭우와 태풍 등에 인한 다량의 강우로 패류생산해역에 분변계 오염물질이 대량으로 유입 되어 병원성 세균 및 바이러스에 의해 쉽게 오염될 수 있다(Park et al., 2011; Park et al., 2012). 이러한 이유 때문에 생굴과 같이 가열 조리 과정을 거치지 않는 오염된 패류의 섭취는 식중독 발병의 원인이 될 수 있어 여러 국가에서는 생산단계에서부터 패류에 대한 안전관리를 강화하고 있다(Kim and Lee, 2016).

한편, 패류의 위생 안전을 위한 연구로는 Song et al. (2008)

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2017.0352>



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 50(4) 352-358, August 2017

Received 21 July 2017; Revised 31 July 2017; Accepted 2 August 2017

*Corresponding author: Tel: +82. 51. 629. 5832 Fax: +82. 51. 629. 5824

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

의 충남 태안 패류생산해역에서의 세균학적 위생 안전성 평가, Kim et al. (2015)의 어패류에 오염된 *Vibrio parahaemolyticus*에 대한 차아염소산수의 살균 효과, Choi et al. (1998)의 자란만의 해수 및 굴의 세균학적 연구, Kang et al. (2016)의 HACCP 구축을 위한 굴 가공공장의 위해 평가 그리고 Yoo et al. (2010)의 남해 창선 해역의 해수 및 진주담치의 위생학적 안전성 평가에 관한 연구 등이 있다. 하지만 대부분의 연구가 주로 패류 생산 해역의 수질과 수확 전의 패류 등에 대한 연구이며, 냉동 패류, 냉장 패류 등의 단순가공 패류 수산물 가공공장에서의 미생물학적 안전성과 관련된 연구는 부족한 실정이다. 이에 본 연구에서 패류 중 생산 및 유통 비중이 상대적으로 높은 굴, 바지락 및 진주담치의 3종을 대상으로 이들 패류가공장에서 가공 공정 중 시료를 채취하였다(MOF, 2016). 이러한 패류 수산물의 안전한 생산을 위한 패류가공공장의 미생물학적 위해요소의 기초 자료 확보를 위해 패류 수산물의 가공 공정 중의 미생물학적 위해요소들에 대해 분석하였다.

재료 및 방법

가공업체 및 검체

굴(Pacific oyster *Crassostrea gigas*) 가공품 중 봉지 굴과 냉동 굴은 2016년 4월에 경상남도 통영시 소재의 가공 업체(A, B)와 거제시의 C업체에서 채취 하였으며, 자숙 굴은 2016년 5월에 경상남도 통영시의 가공업체(A, D)와 거제시의 E업체에서 채취하였다. 바지락(*Shortnek clam Tapes philippinarum*) 가공품인 냉장 바지락과 냉동 바지락은 2016년 4월에 경상남도 사천시 소재의 F 업체와 창원시의 G업체에서 채취하였다. 진주담치(*Mussel Mytilus edulis*) 가공품 중 냉장 및 냉동 진주담치는 2016년 4월에 경상남도 창원시의 G업체에서 채취하였다. 단순가공 패류 수산물의 가공 공정 및 시료를 채취한 공정은 Table 1에 나타내었다. 시료는 멸균된 시료 팩(Whirl-Pak® bags; Nasco, USA)에 채취하였다. 가공에 사용되는 용수는 멸균된 채수병을 이용하여 채취하였고 제조공정 중의 식품 접촉 기구의 표면은 Swab kit (3M Piptette Swab Plus; 3M, USA)

Table 1. Processing process of simple-processed shellfish products and sampling scheme

Shucked and packed shellfish products								
Shellfish	Facility	Harvested shellfish	Shucking	Washing	Final product			
Oyster (<i>Crassostrea gigas</i>)	A	S-1	S-2	S-3	S-4			
	B	S-1	S-2	S-3	S-4			
	C	S-1	S-2	S-3	S-4			
Shortnek clam (<i>Tapes philippinarum</i>)	F	S-1	S-2	S-3	S-4			
	G	S-1	S-2	S-3	S-4			
Mussel (<i>Mytilus edulis</i>)	G	S-1	- ¹	-	S-4			
Frozen shellfish products								
Shellfish	Facility	Harvested shellfish	Shucking	Washing	Panning	Freezing / depanning	Ice coating	Final product
Oyster (<i>Crassostrea gigas</i>)	A	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7
	B	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7
	C	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7
Shortnek clam (<i>Tapes philippinarum</i>)	F	S-1	S-2	S-3	-	-	-	S-7
	G	S-1	S-2	S-3	-	-	-	S-7
Mussel (<i>Mytilus edulis</i>)	G	S-1	-	S-3	-	-	-	S-7
Steamed shellfish products								
Shellfish	Facility	Harvested shellfish	Steaming	Shucking	Washing	Panning	Freezing	Final product
Oyster (<i>Crassostrea gigas</i>)	A	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7 (Freezing)
	D	S-1	S-2	S-3	-	-	-	S-7 (Washing)
	E	S-1	S-2	S-3	S-4	-	-	S-7 (Drying)

¹Sample was not available.

를 사용하여 채취하였다(APHA, 2001). 이후, 모든 시료는 냉장 온도(4°C 이하)에서 보관, 운반하여 12시간 이내에 실험을 진행하였다.

일반세균수, 대장균군 및 대장균 분석

일반세균수, 대장균군 및 대장균의 분석은 식품공전(MFDS, 2016a)의 일반실험법 중 미생물 시험법에 준하는 방법으로 진행하였다. 채취된 단순가공 패류 수산물의 각 가공 공정의 시료(25 g)에 0.85% 멸균된 생리식염수 225 mL로 10배 희석한 후, 30초간 stomacher (BagMixer 400VW; Interscience, Saint Nom, France)를 이용하여 균질화하였다. 일반세균수는 균질액 1 mL를 취하여 0.85% 멸균 생리 식염수 9 mL에 단계별로 희석한다. 각 단계 희석액을 Plate Count Agar (PCA; Difco, USA)에 분주하여 접종한 후, 35±1°C에 48±2시간 동안 배양한 후 생성된 집락수를 측정하였다. 대장균군 및 대장균은 최확수법으로 진행하였으며, 추정시험의 경우 LST (lauryl sulfate tryptose), 확정시험의 경우 BGLB (brilliant green lactose bile 2% broth)를 사용하여 35±1°C, 24-48시간 배양하였다. 대장균은 EC broth를 사용하여 44.5±1°C, 24시간 배양하였으며, 대장균군과 대장균에 사용된 BGLB, EC 배지가 혼탁해지거나 발효관(durham tube)에 가스가 발생한 것을 양성으로 판정하고, 이를 최확수(most probable number, MPN/100g)로 나타내었다.

식중독 세균 분석

병원성 미생물 중 주요 식중독 원인균인 *Staphylococcus aureus*, *V. parahaemolyticus*, *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* sp. 그리고 *Listeria monocytogenes* 등 총 5 종에 대한 분석을 진행하였으며, 식품공전(MFDS, 2016a)의 시험법에 따라 실험을 진행하였다. *S. aureus*와 *V. parahaemolyticus*는 정량실험을 진행하였고 *E. coli* O157:H7, *Salmonella* sp. 그리고 *L. monocytogenes*는 정성실험을 진행하였다.

이화학적 위해요소 분석

중금속은 단순가공 패류 수산물의 완제품에 한하여 실시되었으며, 가식부위의 수은(Hg), 납(Pb)과 카드뮴(Cd)의 함량에 대해 분석하였다. 중금속 분석은 부경대학교 부경푸드바이오센터에 의뢰하여 유도플라스마 질량분석기(Optima 3300XL; PerkinElmer, Waltham, USA)를 이용하여 분석을 진행하였다. 이물은 육안 검사를 통하여 최종제품에서 연질 및 경질 이물을 검사하였다.

결과 및 고찰

단순 패류 가공제품의 가공 공정 중의 일반세균 및 위생지표세균 위해요소 분석

패류 가공품 중 냉장 유통되는 제품(봉지 굴, 냉장 바지락 및 냉장 진주담치)의 원료부터 최종 완제품 생산까지의 공정

별 일반세균수, 대장균군 및 대장균을 분석하였다(Table 2). 냉장 유통되는 제품에서 일반세균수는 2.28-4.69 log CFU/g, 대장균군은 20-49,000 MPN/100 g 였으며 대장균은 <18-3,300 MPN/100 g 으로 나타났다. 이 중 봉지 굴의 경우, 최종 완제품의 일반세균수는 2.28-4.34 log CFU/g으로 나타나 선도가 아주 양호하다고 판단되었고, 원료부터 최종 완제품까지의 공정 별 시료 분석 결과 모든 시료가 <18-20 MPN/100 g 으로 식품공전 상 생굴의 대장균 기준인 230 MPN/100 g 이하로 분석되어 식품위생학적으로 큰 우려가 없는 것으로 나타났다(MFDS, 2016a). 단순가공 패류 제품 중 냉동 패류(냉동 굴, 냉동 바지락 및 냉동 진주담치)의 공정별 일반세균수는 2.41-5.65 log CFU/g, 대장균군은 130-35,000 MPN/100 g 그리고 대장균은 <18-23,000 MPN/100 g으로 나타났다. 단순가공 패류 제품 중 자숙 굴 최종제품의 일반세균수는 2.48-4.70 log CFU/g, 대장균군은 20-360 MPN/100 g, 대장균은 <18-170 MPN/100 g으로 다소 높게 검출되었다. Bae et al. (2003)은 쥐어채와 오징어 채 등의 단순 가공 수산 가공품의 경우 데치기 등의 가열 처리에 의해 일반세균수와 대장균군이 1-3 log CFU/g 이상 감소한다고 보고하였으며, 이와 같이 자숙 공정(S-2) 후 미생물 오염도가 감소하지만 그 이후 공정에서 미생물 오염도가 점진적으로 증가하였다. 이는 자숙 이후 공정에서 위생안전관리의 미흡이 주된 원인으로 판단되며 향후 자숙 후 공정에서의 위생안전관리에 대한 적극적인 대처가 필요하다고 판단된다.

단순 패류 가공제품의 가공 공정 중의 식중독 세균 위해요소 분석

단순가공 패류 수산물의 원료와 최종제품에 대한 주요 식중독 세균(*S. aureus*, *V. parahaemolyticus*, *E. coli* O157:H7, *Salmonella* sp., *L. monocytogenes*)의 분석 결과는 Table 3에 나타났다. *S. aureus*는 모든 단순가공 패류 수산물의 완제품에서 <1.18-3.58 log CFU/g, *V. parahaemolyticus*는 <1.18-3.42 log CFU/g 그리고 나머지 병원성 미생물은 모두 검출되지 않았다. 특히 생식으로 섭취하는 비중이 높은 봉지 굴 제품의 경우, *S. aureus*는 <1.18-1.29 log CFU/g, *V. parahaemolyticus*는 <1.18 log CFU/g, *E. coli* O157:H7, *Salmonella* sp. 그리고 *L. monocytogenes*는 검출되지 않아 이전의 연구결과인 봉지 굴 제품에서 식중독 세균이 불검출된 결과와 일치하였다(Kang et al., 2016). 또한, 이러한 결과는 식품공전 중의 즉석섭취·편의식품류의 기준규격을 충족하고 있어 식품위생학적으로 문제가 없는 것으로 나타났다(MFDS, 2016a). 이는 생식용 비중이 높은 봉지 굴 공정 중에는 다른 가공품과 달리 좀더 개인 위생 관리가 철저하고, 전처리실과 포장실 등 가공 공정 분리 등 상대적으로 식품위생안전관리가 잘 되어 있기 때문인 것으로 판단된다. 하지만, 냉동 굴과 자숙 굴 등 가열조리 비중이 높은 제품의 경우 *S. aureus*가 <1.18-2.99 log CFU/g 로 검출되어 공정 중의 식품위생안전 관리 강화가 필요한 것으로 판단된다.

Table 2. Bacteriological levels on intermediates and final products obtained in the processing process of simple-processed shellfish products

	S-1			S-2			S-3			S-4			S-5			S-6			S-7				
	VCC	CG	EC	VCC	CG	EC	VCC	CG	EC	VCC	CG	EC	VCC	CG	EC	VCC	CG	EC	VCC	CG	EC		
Shucked fresh oyster	A	2.70 ±0.01	110	<18	3.08 ±0.11	330	<18	2.28 ±0.07	140	<18	2.36 ±0.13	20	<18	- ¹	-	-	-	-	-	-	-	-	
	B	2.86 ±0.08	170	18	3.51 ±0.13	470	20	2.32 ±0.15	340	<18	3.73 ±0.13	230	<18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	C	2.56 ±0.41	260	20	4.34 ±0.08	1,100	18	3.92 ±0.13	1,300	<18	3.82 ±0.18	1,300	<18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Shucked fresh shortneck clam	F	3.65 ±0.07	790	220	3.32 ±0.21	1,300	230	4.41 ±0.08	230	45	4.62 ±0.09	49,000	1,400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	G	4.69 ±0.14	15,000	3,300	3.53 ±0.11	490	45	4.45 ±0.02	3,300	3,300	4.63 ±0.19	13,000	1,300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Shucked fresh mussel	G	3.01 ±0.33	1,400	950	-	-	-	-	-	-	4.21 ±0.12	13,000	3,300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Frozen oyster	A	2.41 ±0.20	130	<18	3.00 ±0.20	490	<18	2.43 ±0.07	130	20	3.08 ±0.10	2,300	<18	3.00 ±0.90	170	45	2.85 ±0.56	700	<18	3.67 ±0.10	230	230	
	B	3.08 ±0.09	230	20	3.43 ±0.17	35,000	18	2.67 ±0.11	2,200	<18	3.08 ±0.09	1,300	45	3.00 ±0.14	270	<18	4.31 ±0.10	330	<18	5.65 ±0.09	790	40	
	C	2.59 ±0.03	130	20	3.77 ±0.07	400	18	3.46 ±0.02	330	<18	3.08 ±0.10	1,300	45	3.26 ±0.08	330	<18	3.08 ±0.13	330	<18	3.23 ±0.14	490	40	
Frozen shortneck clam	F	2.41 ±0.10	490	230	3.27 ±0.08	1,300	220	4.48 ±0.04	330	45	-	-	-	-	-	-	-	-	2.71 ±0.11	170	<18	<18	
	G	3.76 ±0.05	15,000	3,500	3.57 ±	790	130	5.44 ±0.06	2,300	1,300	-	-	-	-	-	-	-	-	4.06 ±0.12	130	<18	<18	
Frozen mussel	G	3.01 ±0.33	1,300	790	-	-	-	4.21 ±0.13	23,000	3,300	-	-	-	-	-	-	-	-	4.16 ±0.12	230	230	230	
Steamed oyster	A	2.41 ±0.13	130	45	2.20 ±0.11	<18	<18	4.31 ±0.08	2,200	<18	4.28 ±0.10	3,300	<18	4.59 ±0.06	2300	40	4.03 ±0.14	330	<18	3.57 ±0.10	210	<18	<18
	D	2.97 ±0.11	490	220	2.43 ±0.08	<18	<18	3.23 ±0.11	3,500	45	2.48 ±0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	<18	<18
	E	3.19 ±0.13	17,000	3,300	3.18 ±0.21	<18	<18	6.53 ±0.07	5,400	280	4.45 ±0.09	490	130	4.70 ±0.03	-	-	-	-	-	-	360	170	170

¹Sample was not available. VCC, viable cell counts (unit; log CFU/g); CG, Coliform group (MPN/100 g); EC, *Escherichia coli* (MPN/100 g). S-1 to S-7 indicate the samples obtained in the processing process of simple-processed shellfish facilities as described in Table 1.

Table 3. Pathogenic bacteria level on harvested shellfish and finished products obtained in simple-processed shellfish products

	Harvested shellfish					Final product					
	Facility	<i>S. aureus</i> (log CFU/g)	<i>V. parahaemolyticus</i> (log CFU/g)	<i>E. coli</i> O157:H7	<i>Salmonella</i> sp.	<i>L. monocy- to- genes</i>	<i>S. aureus</i> (log CFU/g)	<i>V. parahaemolyticus</i> (log CFU/g)	<i>E. coli</i> O157:H7	<i>Salmonella</i> sp.	<i>L. monocy- to- genes</i>
Shucked fresh oyster	A	<1.18	<1.18	ND ¹	ND	ND	1.29 ±0.08	<1.18	ND	ND	ND
	B	<1.18	<1.18	ND	ND	ND	1.22 ±0.3	<1.18	ND	ND	ND
	C	<1.18	<1.18	ND	ND	ND	<1.18	<1.18	ND	ND	ND
Shucked fresh shortnek clam	F	1.80 ±0.03	<15	ND	ND	ND	2.50 ±0.05	3.42 ±0.02	ND	ND	ND
	G	2.56 ±0.02	3.05 ±0.04	ND	ND	ND	3.58 ±0.04	2.49 ±0.11	ND	ND	ND
Shucked fresh mussel	G	2.28 ±0.08	2.58 ±0.05	ND	ND	ND	2.94 ±0.02	<1.18	ND	ND	ND
Frozen oyster	A	<1.18	<1.18	ND	ND	ND	2.25 ±0.09	<1.18	ND	ND	ND
	B	<1.18	<1.18	ND	ND	ND	2.57 ±0.03	<1.18	ND	ND	ND
	C	<1.18	<1.18	ND	ND	ND	<1.18	<1.18	ND	ND	ND
Frozen shortnek	F	2.82 0.04	<1.18	ND	ND	ND	2.55 0.03	<1.18	ND	ND	ND
	G	2.56 ±0.02	3.08 ±0.03	ND	ND	ND	2.12 ±0.11	2.24 ±0.11	ND	ND	ND
Frozen mussel	G	2.26 ±0.13	2.57 ±0.07	ND	ND	ND	2.69 ±0.04	2.85 ±0.08	ND	ND	ND
Steamed oyster	A	2.29 ±0.08	²	-	-	-	2.54 ±0.02	-	-	-	-
	D	1.70 ±0.07	-	-	-	-	2.99 ±0.03	-	-	-	-
	E	2.48 ±0.09	-	-	-	-	2.67 ±0.05	-	-	-	-

¹ND, not detected. ²not tested. The presences of *E. coli* O157:H7, *Salmonella* sp., and *L. monocytopgenes* were determined by the enrichment culture methods.

진주담치 및 바지락 가공품의 경우 *S. aureus*와 *V. parahaemolyticus*가 굴 가공품에 비해 높게 나타났다. Yu et al. (2014)은 수하식으로 양식하는 굴(72.5%)보다 갯벌에서 양식하는 바지락(97.5%)이 *V. parahaemolyticus*의 검출율이 높다고 보고하였으며, 이는 바지락과 진주담치가 양식되는 환경적 특성에 의해 미생물학적 오염도가 높은 것이 주된 원인 중의 하나로 판단된다. 이상의 냉장, 냉동 및 자숙 패류 등의 단순 패류 가공제품 생산을 위한 가공 공정 중의 미생물학적 위해요소 분석 결과, 공통적으로 탈각 공정에서 다소 일반세균수, 대장균군 및 대장균이 증가하였다. 하지만, 세척 공정에서 균의 오염도가 감소하는 경향이 나타났으나 그 후 가공 공정이 진행됨에 따라 증가하였다. 이와 같은 결과는 봉지 굴 공정 중 세척 공정에서 균이 감소하지만 이후 공정에서 증가한다는 Kang et al. (2016)의 연구 결과와 동일하게 나타났다. 또한, 최종 완제품에서 봉지 굴 제품을 제외한 다른 패류 가공품에서 *S. aureus*와 *V. parahaemolyticus*의 검출 빈도가 높았으며, *S. aureus*이 *V. parahaemolyticus*보다 빈번하게 검출되었는데 Cho et al. (2009)은 어류 수산물 가공품인 생선 초밥에서 *V. parahaemolyticus*보다 *S. aureus*의 오염도가 보다 높은 것으로 보고하고 있다. 또한, Bae (2006)은 가열 조리된 닭볶음탕, 잡채, 비빔밥, 콩나물무침에서 *S. aureus*가 검출되었다고 보고하였다. 이러한 결과들은 종업원의 손, 재료를 손질한 도마 등에 의한 것으로 판단되며, 탈각 공정을 필히 거치게 되는 단순가공 패류 수산물 또한 가공 특성상 탈각 종사자들의 손과 탈각대 등에 의해 오염이 발생할 가능성이 높다고 생각된다. 이상의 결과를 종합해 보면, 봉지 굴을 제외한 냉장 패류, 냉동 패류 및 자숙 패류에서 *S. aureus*와 *V. parahaemolyticus*는 검출되지만 오염도가 높지 않고 이들 제품들이 일반적으로 가열 조리하여 섭취되기 때문에 큰 문제는 없을 것으로 생각된다. 하지만, 적극적인 종업원의 위생 교육과 가공 공정 중의 기구 및 설비의 세척 소독 등의 가공 공정 중의 위생 관리를 철저히 한다면 더욱 안전한 단순가공 패류 수산물을 생산할 수 있을 것으로 사료된다.

단순가공 패류 수산물의 가공에 사용되는 용수에 대한 일반세균수 및 대장균군 분석결과, 모두 15 CFU/mL 이하, 1.8 MPN/100 mL 이하로 분석되었으며(결과 미제시) 이는 봉지 굴 가공 공정 중 사용되는 용수 중 일반세균수 및 대장균군이 검출되지 않았다는 Kang et al. (2016)의 연구 결과와 동일하며 용수에 의한 오염은 거의 없는 것으로 판단되었다.

단순 패류 가공제품의 제조 공정중의 이화학적 요소 분석

단순가공 패류 수산물의 최종 완제품에서의 중금속 함량을 분석하기 위하여 납, 카드뮴 그리고 총수은 함량에 대하여 분석하였다. 모든 단순가공 패류 수산물에서 납은 ND(불검출)-0.289 mg/kg, 카드뮴은 0.485-1.017 mg/kg, 그리고 총수은은 0.008-0.056 mg/kg으로 분석되어 식품공전(MFDS, 2016a) 중 패류

의 중금속 기준(납 2 mg 이하/kg; 카드뮴 2 mg 이하/kg; 총수은 0.5 mg 이하/kg)을 초과하는 시료는 없었다. 이러한 결과는 우리나라 연안에 서식하는 패류의 중금속 함량을 분석한 Kim et al. (2003)의 연구 결과와 유사하였다. 또한 최종 완제품 중의 이물 또한 검출되지 않았다. 이처럼 단순가공 패류수산물의 최종 완제품 중 기준치를 초과하는 시료는 없었지만, 중금속의 경우 제조과정 중 제어가 불가능하기 때문에 원료 입고 단계에서 보다 철저한 원료 관리가 필요한 것으로 판단된다.

본 연구에서는 단순가공 패류 수산물의 종류별 및 가공 유형별 식품위생안전성 확보를 위해 원료에서부터 최종 완제품 가공 공정 전반에 걸쳐 일반세균수, 대장균군, 식중독 세균, 중금속 이물 등의 미생물학적·이화학적 위해요소를 분석하였다. 이를 위해 주요 패류 가공품인 굴, 바지락 및 진주담치 가공업체 7곳을 방문하고 각 가공 공정별 시료, 가공용수 및 환경 분석 시료를 채취하였으며, 각 공정별로 식품위해요소를 분석하였다. 일반세균수 등의 미생물학적 오염도는 제품별로 다소 차이가 있는 것으로 분석되었다. 주요 식중독 세균 중 저위해성인 *S. aureus*와 *V. parahaemolyticus*는 낮은 수준으로 검출되었으며, 고위해성인 *E. coli*O157:H7, *Salmonella* sp., *L. monocytogenes*은 모든 패류 시료에서 검출되지 않았다(MFDS, 2016b). 그 외에 중금속 등의 이화학적 위해요소의 경우 모든 단순가공 패류 수산물이 식품공전의 식품 기준 및 규격을 충족하는 것으로 나타났다(MFDS, 2016a). 하지만, 종업원 및 가공 공정 중의 교차오염으로 추정되는 *S. aureus*가 높은 빈도로 많은 단순가공 패류 수산물 최종제품에서 검출되고 있다. 이와 같은 단순가공 패류 수산물의 미생물학적 위해요소를 줄이기 위해서는 보다 적극적인 종업원의 위생 교육과 가공 공정 중의 기구 및 설비의 세척 및 소독 관리가 필요하다고 판단된다.

사 사

이 논문은 2016년도 식품의약품안전처에서 시행한 용역연구 개발과제의 연구개발비 지원(16162수산물601)에 의해 수행되었습니다.

References

- American public health association (APHA). 2001. Compendium of methods for the microbiological examination of foods (4th Ed), American public health association, Washington DC, U.S.A., 26-35.
- Bae HJ, Lee Jh and Oh SI. 2003. Effect of applying pretreatment methods before cooking for decreasing the microbiological hazard of cooked dried fish in foodservice establishments. Korean J Soc Food Cookery Sci 19, 231-240.
- Bae HJ. 2006. Analysis of contamination of bacteria from raw materials, utensils and workers' hands to prepared foods in foodservice operations. Korean Soc Food Sci Nutr 35, 655-

660. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2006.35.5.655>.
- Cho SK, Moon BY and Park JH. 2009. Microbial contamination analysis to assess the safety of marketplace *shshi*. Korean J Food Sci Technol. 41, 334-338.
- Choi JD, Jeong WG and Kim PH. 1998. Bacteriological study of sea water and oyster in Charan bay, Korea. J Korean Fish Soc 31, 429-436.
- Emswiler BS, MD Pierson and SP Shoemaker. 1976. Sublethal heat stress of *Vibrio parahaemolyticus*. Appl Environ Microbiol 32, 792-798.
- Feldhusen F. 2000. The role of seafood in bacterial foodborne disease. Microbes Infect 2, 1651-1660.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2016. The state of world fisheries and aquaculture 2016. FAO, 171-182. Retrieved from <http://www.fao.org/publications/sofia/2016/en/?platform=> on Jun 2, 2017.
- Grimes DJ. 1991. Ecology of estuarine bacteria capable of causing human disease: A review. Estuaries 14, 345-360. <https://doi.org/10.2307/1352260>.
- Kang KT, Kim MJ, Park SY, Choi JD, Heu MS and Kim JS. 2016. Risk assessment of oyster *crassostrea gigas* processing site for an HACCP system model. Korean J Fish Aquat Sci 49, 533-540. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2016.0533>.
- Kim HY, Choi JK and Shin IS. 2015. Bactericidal effects of hypochlorous acid water against *Vibrio parahaemolyticus* contaminated on raw fish and shellfish. Korean J Fish Aquat Sci 47, 719-724. <http://dx.doi.org/10.9721/KJFST.2015.47.6.719>.
- Kim JH, Im CW, Kim PJ and Park JH. 2003. Heavy metals in shellfishes around the south coast of Korea. J Food Hyg Saf 18, 125-132.
- Kim YM and Lee TS. 2016. International status of sanitary controls system in marine shellfish growing area. Safe Food 11, 37-49.
- Park K, Jo MR, Lee HJ, Kwon JY, Son KT and Lee TS. 2011. Evaluation of the effect of the discharged water from Bong stream after events on the bacteriological water quality in Gangjinman, Korea. Korean J Fish Aquat Sci 44, 622-629. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2011.0622>.
- Park K, Jo MR, Kim YK, Lee HJ, Kwon JY, Son KT and Lee TS. 2012. Evaluation of the effects of the inland pollution sources after rainfall events on the bacteriological water quality in Narodo area, Korea. Korean J Fish Aquat Sci 45, 414-422. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2012.0414>.
- Son KT, Thea Lach, Jung Y, Kang SK, Eom SH, Lee DS, Lee MS and Kim YM. 2014. Food hazard analysis during dried-laver processing. Fish Aquat Sci 17, 197-201. <https://doi.org/10.5657/fas.2014.0197>.
- Song KC, Lee DS, Shim KB, Lim CW, Mog JS, Byun HS, Park YJ and Cho KC. 2008. Evaluation of bacteriological safety for the shellfish growing waters in Taean area, Korea. Korean J Fish Aquat Sci 41, 155-162. <http://dx.doi.org/10.5657/kfas.2008.41.3.155>.
- Statistics Korea. 2017. Seafood Consumption, The Fishery Production Statistics. Retrieved from http://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1317 on Jun 3, 2017.
- Ministry of Food and Drug Safety (MFDS). 2016a. Korean Food Standards Codex. Retrieved from http://www.food-safetykorea.go.kr/foodcode/01_01.jsp on Jun 17, 2017.
- Ministry of Food and Drug Safety (MFDS). 2016b. Principle and application for establishing food standards. The Korean Governmental Publication Registration, Cheongju, Korea, 75-85.
- Ministry of Oceans and Fisheries (MOF). 2016. Statistical Yearbook of Fisheries Production. Retrieved from http://www.fips.go.kr/jsp/sf/ss/ss_kind_law_list.jsp?menuDepth=070104 on Jun 1, 2017.
- UK Health Protection Agency. 2009. Guidelines for assessing the microbiological safety of ready-to-eat foods placed on the market. Health Protection Agency, London, UK
- Yoo HD, Ha KS, Shim KB, Kang JY, Lee TS and Kim JH. 2010. Microbiological quality of the shellfish-growing waters and mussels in Changseon, Namhae, Korea. Korean J Fish Aquat Sci 43, 298-306. <https://doi.org/10.5657/kfas.2010.43.4.298>.
- Yu HS, Oh EG, Shin SB, Park YS, Lee HJ, Kim JH and Song KC. 2014. Distribution and antimicrobial resistance of *Vibrio parahaemolyticus* isolated from Korean shellfish. Korean J Fish Aquat Sci 57, 508-515. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2014.0508>.