

참굴(*Crassostrea gigas*) 탈각 공정에서 작업자 장갑에 의해 발생하는 미생물학적 위해요소 분석

강민균 · 박슬기 · 강동민 · 이도하 · 조두민 · 이장원 · 이재화 · 신일식¹ · 김영목*

부경대학교 식품공학과 · ¹강릉원주대학교 해양식품공학과

Analysis of Microbiological Hazards From Working Gloves Used in the Processing of Shucked Pacific Oyster *Crassostrea gigas*

Min-Gyun Kang, Seul-Ki Park, Dong-Min Kang, Do-Ha Lee, Du-Min Jo, Jang-Won Lee, Jae-Hwa Lee, 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

This study assessed the microbiological hazards of gloves worn during the shell shucking process of the oyster *Crassostrea gigas*, and we suggest an in situ method for minimizing microbial contamination. The study consisted of two groups, one in which the working gloves were periodically replaced (PRG) with new gloves, and another in which the gloves were not replaced (NRG). In the PRG group, gloves were replaced every 2 h during 8 h of processing. Food pathogenic bacteria *Escherichia coli*, *Salmonella* species, and *Listeria monocytogenes* were not found in any samples, including gloves and shucked oysters. However, *Staphylococcus aureus* (SA) was detected in some samples, and the contamination levels were correlated with the working time and the regular replacement of gloves. SA was not detected on gloves or oysters of the PRG group. However, it was detected in the range of <15 CFU/15 cm² to 2.9 × 10² CFU/15 cm² on gloves after 6 h of continuous work, and from <15 CFU/15 cm² to 2.23 × 10² CFU/15 cm² on oysters after 8 h. These results indicate that the SA contamination in shucked oysters originated from the working gloves, and that replacement of working gloves every 2-4 h will minimize SA contamination in oyster products.

Key words: Working glove, Microbial hazard, Oyster, Processing process

서론

굴은 연간 국내의 전체 패류 생산량 중 77.54%를 차지할 정도로 주요 양식 자원으로 알려져 있다(MOF, 2017). 굴은 일반적으로 11월부터 4월까지의 생식으로 많이 소비되며, 5월부터 8월 사이에는 주로 냉동품, 건제품 및 통조림 등으로 가공되어 수출되고 있다(Kim et al., 2002). 대부분의 굴은 탈각 후 생식용 생굴 또는 냉동굴로 유통되는 비중이 높다. 하지만 굴 탈각장은 FDA (food drug administration)나 EU (European union) 등록 공장을 제외하고는 관련법규나 전처리 가공공장 관리 규정이 미흡한 위생관리의 사각지대에 놓여 있다(Kang et al., 2016). 생식용 굴의 특성 상 작업자의 수작업에 의해 탈각하여 제조

되며 날것으로 섭취하기 때문에 생산단계에서 오염될 수 있는 위해 요소들로 인해 인체에 해를 끼칠 수 있다(Sobsey and Jaykus, 1991; Kang et al., 2017).

국내 식중독은 다양한 경로에 의해 발생되고 있으며 그 원인은 대부분 명확히 규명되지 않고 있다(Kim et al., 2005). 이에 식품의 생산, 유통 및 조리 등에 관련된 식품 취급자들의 경우 장갑 착용을 권장하고 있으나(Lee et al., 2009), 장시간 장갑 사용 및 교체 없이 지속적인 작업을 할 경우 발생할 수 있는 미생물 증식에 대한 연구는 부족한 실정이다(Park et al., 2010). 생식용 굴의 위생과 관련된 연구는 국내외에서 다양하게 수행되어 왔지만(Choi et al., 1998; Jeong et al., 2004; Lee, 2006; Vugia et al., 2013; Baker, 2016; Kang et al., 2016; Kwon et al., 2017;

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

E-mail address: ymkim@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.2019.0344>

Korean J Fish Aquat Sci 52(4), 344-348, August 2019

Received 9 July 2019; Revised 30 July 2019; Accepted 19 August 2019

저자 직위: 강민균(대학원생), 박슬기(대학원생), 강동민(대학원생), 조두민(대학원생), 이장원(대학원생), 이재화(대학원생), 신일식(교수), 김영목(교수)



Fig. 1. Before (A) and after (B) using gloves used to oyster *Crassostrea gigas* shell shucking process.

Kang et al., 2017; Mok et al., 2018) 기존의 연구들은 각 가공 공정 중 일부의 공정에서 미생물학적 및 이화학적 위해 요소에 대한 것이며 실제 현장에 적용할 수 있는 방안에 대한 연구는 부족하다. 특히, 공정 중 작업자 장갑에 의한 미생물 오염도 분석 및 관리 방안에 대한 연구는 매우 미미하다. 이에, 본 연구에서는 생식용 굴 탈각 공정의 위생 방안 마련을 위한 기초 연구 자료를 확보하고자 작업자 장갑에 대한 미생물학적 위해 요소를 분석하였으며 위생과 작업자 안전을 위해 사용되는 작업자 장갑에 의한 생식용 굴의 오염실태를 분석하고 이에 대한 방안을 제시하고자 한다.

재료 및 방법

시료 채취

탈각 굴 시료 및 작업자 장갑 시료의 채취는 경상남도 통영시의 1곳의 업체에서 진행하였다. 총 작업자 20명의 장갑을 2개의 실험군으로 나누어 2시간 마다 8시간 동안 채취하였다. 1개의 실험군은 2시간 마다 사용한 장갑을 멸균된 시료 채취 팩(Whirl-Pak® bags; Nasco, Fort Atkinson, WI, USA)을 이용하여 채취하였고, 나머지 1개의 실험군은 장갑 교체 없이 사용중인 장갑의 표면을 pipette swab plus (3M Microbiology, St. Paul, MN, USA)를 사용하여 시료를 채취하였다(APHA, 2001). 본 연구에 사용된 장갑은 면으로 구성된 면장갑(cotton glove)를 이용하였다(Fig. 1). 모든 시료는 냉장온도 (4°C 이하)에서 보관 및 운반하여 12시간 이내에 실험을 진행하였다.

일반세균수, 대장균군, 대장균 및 식중독 세균 분석

일반세균수(viable cell count, VCC), 대장균군(total coliform, TC) 및 대장균(*Escherichia coli*, EC)의 분석은 식품공전(MFDS, 2018)의 일반시험법 중 미생물 시험법에 준하여 실험

을 진행하였다. 채취한 탈각 굴 시료 25 g에 0.1 M phosphate buffer saline (PBS, pH 7.2) 225 mL로 10배 희석한 후 120초간 stomacher (Bag Mixer 400VW, Interscience, Saint Nom, France)를 이용하여 균질화하였다.

VCC는 시료 균질액 1 mL를 취하여 9 mL PBS (phosphate buffer saline)에 단계별로 희석하였다. 각 단계 희석액을 petrifilm™ aerobic count plate (3M Microbiology products, St. Paul, MN, USA)에 분주하여 접종한 후, 35±1°C에 48±2시간 동안 배양한 후 생성된 집락수를 계수하였다. TC 및 EC는 VCC와 같은 방법으로 시료 균질액을 희석한 후 각 단계 희석액을 petrifilm™ coliform count plate (3M Microbiology products, St. Paul, MN, USA)와 petrifilm™ *E. Coli* count plate (3M Microbiology products, St. Paul, MN, USA)에 각각 분주하여 접종한 후 TC는 35±1°C에 24±2시간 동안, EC는 35±1°C에 24-48시간 동안 배양하였다. TC는 적색 또는 보라색의 집락수를 계수하였고, EC는 푸른 집락 주위에 기포를 형성한 집락수를 계수하였다.

또한, 주요 식중독 원인균 중 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*, SA) 살모넬라 속(*Salmonella* sp., SAL) 및 리스테리아 모노사이토제네스(*Listeria monocytogenes*, LM) 총 3종에 대한 분석을 진행하였으며 식중독 세균 분석은 식품공전(MFDS, 2018)의 미생물 시험법에 준하여 실험을 진행하였다.

결과 및 고찰

장갑 교체에 따른 탈각 굴의 미생물 및 식중독 세균 분석

굴 탈각 공정 중 작업자 장갑을 2시간 간격으로 새 장갑으로 주기적으로 교체하는 공정(PRG)과 장갑을 교체하지 않고 연속적으로 사용하는 공정(NRG)에서 채취한 탈각 굴 시료에 대한

VCC, TC, 및 EC 오염도에 대한 분석결과와 식중독 세균(SA, SAL 및 LM) 분석결과를 Table 1에 나타내었다.

PRG 그룹의 탈각 굴(O-1) 시료의 시간 경과에 따른 VCC 결과는 3.8×10^2 - 2.7×10^4 CFU (colony forming unit)/g으로 나타났으며 NRG 그룹의 탈각 굴(O-2) 시료의 시간 경과에 따른 VCC 결과는 4.5×10^2 - 2.8×10^5 CFU/g으로 나타났다. PRG 그룹과 NRG 그룹의 탈각 굴 시료(O-1 및 O-2)에서 VCC는 유의적 변화가 관찰되지 않고 일정수준의 VCC가 지속적으로 검출되었다. Kang et al. (2016)의 보고와 같이 탈각 중 VCC 검출은 종사자의 손과 장갑 및 기구 등에 의한 교차오염과 공정 중 온도관리 미흡으로 인한 미생물 증식이 주요 원인으로 판단된다. 또한 Im et al. (2007)도 탈각 공정이 진행됨에 따라 원료의 오염 방지와 함께 제품 보관 시 10°C 이하의 저온 보관이 이루어져야 한다고 보고하였다. 이상의 결과를 종합해 보면 굴 탈각 작업장(박신장)에서 온도 관리와 작업자 장갑의 위생적 관리를 강화하면 VCC를 일정수준으로 관리할 수 있을 것으로 판단된다. TC, EC, SAL 및 LM은 PRG와 NRG 공정에서 모두 검출되지 않았으나, SA는 장갑을 교체하지 않는 NRG 공정에서 8시간 후에 채취한 탈각 굴에서 <15 - 1.7×10^2 CFU/g이 검출되었다. 식품공전 중의 즉석섭취 및 편의식품류의 경우 SA에 대한 관리 기준이 $<1.0 \times 10^2$ CFU/g인 것을 고려하였을 때 생식용으로 사용되는 탈각 굴의 경우에는 공정 중에 SA를 저감화하기 위한 식품위생안전 관리 강화가 필요한 것으로 판단된다 (Kwon et al., 2017).

Cho et al. (2009)은 어류 수산물 가공품인 초밥류에서 *Vibrio parahaemolyticus*보다 높은 빈도로 SA가 검출되었다고 보고하였고 Bae (2006)는 가열 조리된 닭볶음탕, 잡채 및 비빔밥 등에서 SA가 검출되었다고 보고하였다. 즉, 식품에 SA가 오염되

는 주된 원인은 작업자의 손과 작업 도구들에 의한 것으로 보고되고 있다. 이처럼 탈각 굴에서 발생하는 SA오염은 작업 종사자의 위생관리 소홀로 인해 탈각 공정에 지속적으로 사용되는 장갑에 의한 교차오염이 주된 원인 중의 하나로 판단된다. 따라서, 작업시간의 경과와 주기적인 장갑 교체에 따른 굴 원물과 장갑에 대한 미생물 오염도를 분석하였다.

공정 중 작업자 장갑의 미생물 및 식중독 세균 분석

굴 탈각 공정 중 PRG 그룹과 NRG 그룹의 장갑 시료에 대한 VCC, TC 및 EC와 식중독 세균(SA, SAL 및 LM) 분석의 결과를 Table 2에 나타내었다. 작업에 사용하지 않은 장갑의 VCC는 15 CFU/15 cm² 미만으로 나타났으며 위생적인 상태로 작업에 공급되었다. PRG 그룹의(G-1) VCC는 작업 2시간부터 8시간까지 1.2×10^3 - 3.0×10^5 CFU/15 cm²의 분포를 보이며 증가하거나 줄어드는 경향을 보이지 않았다. 하지만, NRG 그룹의 장갑 시료(G-2) 보다 높은 VCC 경향을 보이는데 이는 작업자의 작업 속도와 패각 굴 시료의 오염도가 다른 것이 원인으로 판단되었다. PRG 그룹에서는 TC, EC, SA, SAL 및 LM은 모두 검출되지 않았다. 하지만 NRG 그룹의 장갑 시료에서(G-2) VCC는 2.2×10^2 - 2.3×10^4 CFU/15 cm²으로 나타났다. PRG 그룹 장갑(G-1)과 NRG 그룹 장갑(G-2)의 VCC는 탈각 굴 시료의 VCC의 경향과 유사하게 나타났으며, 유의적인 증가나 감소는 보이지 않았다. NRG 그룹의 장갑(G-2)에서도 TC, EC, SAL 및 LM은 검출되지 않았으나 SA는 작업 6시간 이후의 장갑 시료에서 2.3×10^2 CFU/15 cm²로 분석되었다. 이는 장갑을 교체하지 않고 작업을 지속한 경우 SA가 지속적으로 오염될 수 있음을 의미한다. Kim et al. (2011b)에서는 장갑 착용 유무에 따라 식품 취급 시 미생물 오염 정도에 대하여 연구하였고 VCC,

Table 1. Microbial analysis of raw oysters *Crassostrea gigas* according to the periodically replaced or not replaced gloves

Processing time (h)	Sample	VCC* (CFU/g)	TC (CFU/g)	EC (CFU/g)	SA (CFU/g)	SAL**	LM
0 h	O-1	2.5×10^3 - 2.7×10^4	<15	<15	<15	ND ¹	ND
	O-2	4.5×10^2 - 2.1×10^4	<15	<15	<15	ND	ND
2 h	O-1	6.8×10^2 - 2.0×10^4	<15	<15	<15	ND	ND
	O-2	7.4×10^2 - 2.0×10^4	<15	<15	<15	ND	ND
4 h	O-1	1.4×10^3 - 3.6×10^3	<15	<15	<15	ND	ND
	O-2	7.9×10^2 - 3.5×10^3	<15	<15	<15	ND	ND
6 h	O-1	3.8×10^2 - 3.5×10^3	<15	<15	<15	ND	ND
	O-2	2.2×10^3 - 2.2×10^4	<15	<15	<15	ND	ND
8 h	O-1	1.2×10^3 - 6.2×10^3	<15	<15	<15	ND	ND
	O-2	1.2×10^3 - 2.8×10^5	<15	<15	<15- 1.7×10^2	ND	ND

O-1 means raw oyster processed by using periodically replaced gloves and O-2 means raw oyster processed by using not replaced gloves during oyster shell shucking process. ¹ND, not determined. *VCC, viable cell counts; TC, Total coliform group; EC, *Escherichia coli*; SA, *Staphylococcus aureus*; SAL, *Salmonella* sp.; LM, *Listeria monocytogenes*. **The presences of *Salmonella* sp., and *L. monocytogenes* were determined by the enrichment culture methods.

Table 2. Microbial analysis of working gloves according to the periodically replaced or not replaced gloves

Processing time (h)	Sample	VCC* (CFU/15 cm ²)	TC (CFU/15 cm ²)	EC (CFU/15 cm ²)	SA (CFU/15 cm ²)	SAL**	LM
0 h	G-1	<15	<15	<15	<15	ND ¹	ND
	G-2	<15	<15	<15	<15	ND	ND
2 h	G-1	7.0×10 ³ -3.0×10 ⁵	<15	<15	<15	ND	ND
	G-2	2.2×10 ² -9.6×10 ²	<15	<15	<15	ND	ND
4 h	G-1	1.2×10 ³ -2.3×10 ⁵	<15	<15	<15	ND	ND
	G-2	2.8×10 ³ -1.2×10 ⁴	<15	<15	<15	ND	ND
6 h	G-1	5.0×10 ³ -2.6×10 ⁵	<15	<15	<15	ND	ND
	G-2	7.7×10 ² -2.6×10 ³	<15	<15	<15-2.3×10 ²	ND	ND
8 h	G-1	3.0×10 ³ -1.7×10 ⁵	<15	<15	<15	ND	ND
	G-2	4.8×10 ² -2.3×10 ⁴	<15	<15	<15-2.9×10 ²	ND	ND

G-1 means periodically replaced gloves at every 2 h and G-2 means not replaced gloves during oyster shell shucking process. ¹ND, not determined. *VCC, viable cell counts; TC, Total coliform group; EC, *Escherichia coli*; SA, *Staphylococcus aureus*; SAL, *Salmonella* sp.; LM, *Listeria monocytogenes*. **The presences of *Salmonella* sp., and *L. monocytogenes* were determined by the enrichment culture methods.

TC, EC, SA 및 SAL에 대하여 분석하였다. 결과적으로 맨손으로 식품을 취급할 경우 장갑을 사용한 경우보다 모든 실험 결과에서 미생물 오염도가 높게 분석되었으며, 이를 통해 장갑을 사용하여 식품을 취급하는 것이 중요한 위생적 요인으로 판단된다. 하지만, 본 결과에서 나타나듯이 위생적으로 관리가 되지 않은 장갑을 지속적으로 사용할 경우 장갑을 통해서 원료에 교차오염을 일으킬 수 있으며 작업자 장갑 시료로부터 SAL 및 LM과 같은 위해도가 높은 주요 식중독 균은 검출되지 않았지만 상대적으로 저위해도인 SA는 지속적으로 검출되었다. 이러한 결과는 굴 탈각 공정의 작업자 장갑에 의한 탈각 굴에서 SA오염을 저감화하기 위해서는 보다 적극적인 위생적 관리 방안이 필요하다는 것을 의미한다(Kwon et al., 2017; Jeong et al., 2018; Kim et al., 2018).

굴 탈각 공정 중 SA 오염 저감화를 위한 현장적용 방안

Table 2에 나타난 것처럼 작업용 장갑을 교체하지 않고 지속적으로 사용할 경우 작업시간이 경과함에 따라 SA가 지속적으로 검출되며 이로 인해 생식용 굴에 교차오염을 일으킬 수 있다. 특히, SA의 경우에는 작업 6시간 이후 장갑에서 $<15-2.3 \times 10^2$ CFU/15cm²로 검출되어 굴 탈각 공정 중에 오염된 장갑 사용에 의한 교차오염이 발생할 수 있는 것으로 판단되어 굴 탈각 공정 중에 SA를 포함한 미생물 오염 저감화 노력이 필요하다고 판단된다. 작업자 손과 장갑에 의한 미생물 오염과 저감화에 대하여 단체급식소에서 식중독 저감화를 위해 작업자의 손과 장갑에 대한 미생물 위해 분석(Park et al., 2010)과 세척 방법에 따른 조리 종사자 손과 장갑의 미생물 저감 효과(Jeong, 2008) 등이 보고되었다. 또한, 딸기의 생산 단계에서 사용되는 장갑의 경우 미생물 오염이 지속적으로 발생하며 이를 관리하기 위한 방안으로 세척과 교체 등의 방법을 제시하고 있다(Kim et al.,

2017). 또한, 포장돈육 가공공정 중 작업자 장갑과 돈육의 교차오염도를 연구한 결과에서 면으로 구성된 장갑이 polyethylene 소재 장갑에 비해 미생물 교차 오염율이 높으며 이는 면장갑의 높은 흡수성과 관련이 있음이 보고되어있다(Kim et al., 2011a). 굴 탈각 공정 중에 사용되는 장갑은 면소재의 장갑으로 polyethylene 장갑으로 교체할 경우 오염도가 낮아질 수 있을 것으로 예상된다. 하지만 장갑의 교체는 위생뿐 아니라 작업자의 안전 또한 고려되어야 하므로 polyethylene 등으로 코팅된 면장갑 등의 현장 적용이 검증되어야 할 것으로 판단된다.

기존의 선행 연구 결과와 마찬가지로 본 연구결과에서도 굴 탈각 공정 중 작업자 장갑의 관리의 매우 중요한 위생관리 요소로 판단된다. 즉, 굴 탈각 공정에 종사하는 종업원의 위생 교육과 가공 공정에 사용되는 기구 및 설비의 주기적인 세척 및 소독 등의 식품위생안전관리를 강화한다면 안전한 탈각 굴(생굴)을 생산할 수 있을 것으로 판단된다. 본 연구에서는 굴 탈각 공정 중 작업자 장갑에 의한 교차오염에 대한 미생물학적 위해요소를 분석하였고 굴 탈각 작업자의 장갑을 교체하지 않았을 시 작업 6시간 이후부터 SA가 검출되고 있으며 생식용으로 판매되는 탈각 굴의 경우 작업자 장갑을 2시간 또는 4시간 마다 장갑을 교체하면 미생물학적 오염을 감소시킬 수 있으며 특히 지속적으로 검출되는 SA에 대한 오염도 감소시킬 수 있을 것으로 분석된다.

사 사

이 논문은 2019년도 식품의약품안전처에서 시행한 용역연구 개발과제의 연구개발비지원 (18162MFDS543)에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

References

- APHA (American Public Health Association). 2001. Compendium of methods for the microbiological examination of foods (4th Ed), American public health association, Washington DC, U.S.A., 26-35.
- Baker IL. 2016. Public Perceptions and Pesticides - A case study of the Willapa Bay oyster bed spraying permit of 2015. MS Thesis, University of Washington, Washington DC, U.S.A.
- 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 sushi. 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. Korean J Fish Aquat Sci 31, 429-436.
- Im MN, Lee SJ and Lee KG. 2007. Quantitative risk assessment modeling for *Staphylococcus aureus* in sushi. Food Eng Prog 11, 77-83.
- Jeong IG, Park JH, Yoo HD and Choi JD. 2004. Sanitary survey of the sea water and oyster in the south coastal designated area. J Ins Mar Indust 17, 29-37.
- Jeong MC, Kang MG, Jang YM, Lee DH, Park SK, Shin IS and Kim YM. 2018. Hazard analysis of food safety in processing process of simple-processed fishery products. Korean J Fish Aquat Sci 51, 518-523.
- Jeong BH. 2008. Reduction effect of bacterial populations by education of employee's in restaurant for hygiene and washing method. MS Thesis. Gyeongsang National University, Jinju, Korea.
- Kang KT, Kim MJ, Park SY, Choi JD, Heu MS and Kim JS. 2016. Risk assessment of oyster *Crassostrea gigas* processing site for HACCP system model. Korean J Fish Aquat Sci 49, 533-540.
- Kang KT, Park SY, Choi JD, Kim MJ, Heu MS and Kim JS. 2017. Safety monitoring of a processing plant for preparing raw oyster *Crassostrea gigas* for consumption. Korean J Fish Aquat Sci 50, 120-129.
- Kim HJ, Lee DS, Lee JM, Kim YM and Shin IS. 2018. Bacteriological hazard analysis in minimally processed shellfish products purchased from Korean seafood retail outlets. Korean J Fish Aquat Sci 51, 121-126. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2018.0121>.
- Kim JG, Park JY and Kim JS. 2011a. A comparison of microbial load on bare and gloved hands among food handlers. J Env Hlth Sci 37, 298-305.
- Kim JS, Yeum DM, Kang HG, Kim IS, Kong CS, Lee TG and Heu MS. 2002. Fundamentals and application for canned foods. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea, 59-329.
- Kim SA, Lee JE, Kim GU, Kim SH and Shim WB. 2017. Microbial monitoring and exploring ways to prevent or minimize microbial contamination at the production and distribution stages of fresh strawberries. J Food Hyg Saf 32, 485-492.
- Kim SH, Sin YM, Lee MJ, Shin PK, Kim MG, Cho JS, Lee CH, Lee YJ and Chae KR. 2005. Isolation of major foodborne pathogenic bacteria from ready-to-eat seafoods and its reduction strategy. J Life Sci 15, 941-947.
- Kim SJ, Park MS, Bahk GK, Rahman S, Park JH and Oh DH. 2011b. Transfer rate of cross contamination of *Listeria monocytogenes* between pork meat and worker's hands during pork meat processing. J Food Hyg Saf 26, 330-335.
- Kwon KO, Ryu DG, Jeong MC, Kang EH, Shin IS and Kim YM. 2017. Microbiological and physicochemical hazard analysis in processing process of simple-processed shellfish products. Korean J Fish Aquat Sci 50, 352-358.
- Lee H. 2006. Microbiological population of *Vibrio parahaemolyticus* in oyster wholesale seafood markets. J Food Hyg Saf 21, 238-243.
- Lee HW, Yoon YH, Seo EK, Kim KY, Shim WB, Kil JK and Chung DH. 2009. Microbiological hazard analysis for agricultural products processing center of tomato and recommendations to introduce good agricultural practices (GAP) system. Kor J Food Sci Technol 41, 210-214.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2018. Korean food standards codex. Retrieved from http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_01.jsp on Jan 17, 2018.
- MOF (Ministry of Oceans and Fisheries). 2017. Statistical yearbook of fisheries production. Retrieved from <http://www.mof.go.kr/statPortal/cate/statView.do> on Feb 18, 2018.
- Mok JS, Shim KB, Kwon JY and Kim PH. 2018. Bacterial quality evaluation on the shellfish-producing area along the south coast of Korea and suitability for the consumption of shellfish products therein. Fish Aquatic Sci 21: 36.
- Park JY, Kim JS and Kim JG. 2010. A study on the hand washing awareness and practices of food-service employees and the load of index microorganisms on the hands. J Env Hlth Sci 36, 95-107.
- Sobsey MD and Jaykus LA. 1991. Human enteric viruses and depuration of bivalve molluscs. In: Otwell WS, Rodrick GE and Martin R (Eds), Molluscan shellfish deprivation. CRC Press, Boca Raton, Florida, U.S.A., 71-114.
- Vugia DJ, Farzaneh T, Anna EN, Michael H and Patricia MG. 2013. Impact of 2003 state regulation on raw oyster-associated *Vibrio vulnificus* illnesses and deaths. California U.S.A. Emerg Infect Dis 19, 1276-1280.