병원성 비브리오균의 검출 및 제어기술에 대한 국내외 현황

Overview of Detection and Control Technology for *Vibrio* spp.

이지연[1], 박권삼[2], 신일식[3*]

Jeeyeon Lee[1], Kwon-Sam Park[2], Il-Shik Shin[3]

[1]숙명여자대학교 식품영양학과, [2]군산대학교 식품생명공학과, [3]강릉원주대학교 해양식품공학과

[1]Department of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University,
[2]Department of Food Science and Biotechnology, Kunsan National University,
[3]Department of Marine Food Science and Technology, Gangneung-Wonju National University

1. 병원성 비브리오균 오염실태

Bauer et al. (2006)의 연구에 따르면, 노르웨이산 섭조개 885개 중 9개(1.0%)에서 비브리오 콜레라 non-O1과 non-O139, 1개(0.1%)에서는 비브리오 패혈증균이 검출되어 노르웨이산 섭조개의 병원성 비브리오균에 대한 오염도는 낮은 것으로 분석되었다. 뉴질랜드산 굴의 경우 58개의 시료 중 10개(17.2%)의 시료에서 비브리오 패혈증균이 검출되어 다소 높은 검출율을 보였으나, 검출 농도는 최대 20 most probable number (MPN)/g로 매우 낮은 것으로 확인되었다(Kirs et al., 2011). WHO (2005)에 따르면, 식중독 고위험군이 3 MPN/g과 30 MPN/g 농도의 비브리오 패혈증균을 섭취하였을 때, 100만 건 중 0.16건과 1.2건의 식중독이 발생할 가능성이 있다고 보고하였다. Tamplin et al. (1982)에 따르면 미국 플로리다 지역에서 해수, 굴, 조개를 채취하여 오염실태를 조사한 결과, 해수 온도가 높아질수록 비브리오 패혈증균의 검출율이 높아졌다. Kaysner et al. (1987)은 미국 서해안에서 해수, 해변 침전물, 갑각류(굴, 홍합, 조개류) 592종에 대하여 비브리오 패혈증균을 분석하였으며, 분석한 결과 31균주(5.9%)가 검출되었고 해수에서 17균주, 해변 침전물에서 12균주, 굴과 홍합에서 각각 1균주가 검출되었다.

2. 병원성 비브리오균 배양, 검출 및 동정 기술

병원성 비브리오균은 알칼리성 환경에서 생장이 용이하므로 이것의 분리에는 주로 알칼리성 환경으로 조성된 alkaline peptone water (APW)가 사용된다(FDA, 2004). 호염성 세균인 장염비브리오에 대해 생화학적 시험을 할 때에는 2-3%의 NaCl을 함유한 배지를 사용하며, 비브리오 패혈증균의 경우 생장하기 위해 최소 0.5%의 NaCl이 요구된다. 비브리오 콜레라균과 장염비브리오를 분리하기 위해서 주로 thiosulfate citrate bile sucrose (TCBS) 배지가 사용되며, 그 외에는 modified cellobiose

* Correspondence to: Il-Shik Shin.
Jukheon-gil 7, Gangneung-si, Gangwon-do, Korea.
T: +82-33-640-2346. F: +82-33-640-2850. E-mail: shinis@gwnu.ac.kr

polymyxin colistin (mCPC) 한천배지와 cellobiose colistin (CC) 한천배지가 주로 사용된다(FDA, 2004).

국내의 경우, 병원성 비브리오균의 증균은 1% NaCl이 함유된 APW 또는 2-2.5% NaCl이 함유된 heart infusion broth (HIB)가 사용되며, 이에 접종하여 35-37℃에서 18-24시간 동안 배양한다. 병원성 비브리오균을 선택 배양할 때는 TCBS 배지 또는 CPC 배지를 사용한다. 비브리오 패혈증균의 99% 이상은 cellobiose를 분해할 수 있기 때문에 환경 검체로부터 균을 분리할 경우에는 CPC 배지를 사용하는 것이 효율적이다(질병관리본부, 2005). 또한, 병원성 비브리오균을 분리 배양할 때에는 5% 혈액한천 배지나 1% NaCl이 첨가된 tryptic soy agar (TSA) 배지에 접종하여 36-37℃에서 18-24시간 동안 배양한다(질병관리본부, 2005). 배지를 이용한 검출 외에 polymerase chain reaction (PCR)을 이용하여 병원성 비브리오균을 검출할 수 있는데, 배양된 균을 짧은 시간 내에 동정할 수 있고 배양되지 않은 상태에서도 소량의 DNA만으로도 검출할 수 있어 병원성 비브리오균 검출에 유용하게 사용되고 있다. 오보영 외(2007)는 비브리오 패혈증균의 cytolysin hemolysin 유전자인 *vvhA*와 siderophore receptor 생성에 관여하는 유전자인 *viuB*의 유무를 통해 비브리오 패혈증균을 검출할 수 있다고 보고하였다. 변기득 외(2005)는 비브리오 패혈증균의 특이적 검출을 위해 병원성 관련 유전자 중 hemolysin, phosphomannomutase 및 metalloprotease 유전자의 염기서열을 바탕으로 제작한 primer로 비브리오 패혈증균을 검출할 수 있다고 하였다. 김말남과 이한웅(2007)은 비브리오 콜레라균의 동정 및 검출을 위해 *toxR* 유전자를 이용하였으며, 천정환 외(2010)는 real-time PCR 방법을 이용해 장염비브리오에 존재하는 toxin regulatory gene을 타겟으로 한 primer와 probe를 통해 장염비브리오를 검출할 수 있다고 보고하였다. 성치남 외(2002)는 nested PCR 방법(1차 PCR 산물을 이용하여 2차 PCR을 수행하는 방법)을 활용하여 *vvhA* 유전자의 유무를 통해 비브리오 패혈증균을 검출하였다. 김영부(2001)는 DNA probe hybridization법을 사용하여 장염비브리오가 가지고 있는 *tdh*, *trh1* 및 *trh2*를 분석하였다. 그러나 이 방법은 많은 시간과 기술, 고가의 장비 등이 요구되기 때문에 일반적으로 사용되기에는 어려움이 있다(질병관리본부, 2005). 병원성 비브리오균을 동정하기 위한 생화학적 동정 방법에는 API 20E 또는 API NE kit를 이용한 방법과 VITEK 2 compact를 이용한 방법이 있다(부산광역시 보건환경연구원, 2009; 오보영 외, 2007). 혈청학적 진단법에는 항-H coagglutination법, sandwich ELISA법, enzyme immunoassay법, rapid microimmuno diffusion 법, alkaline phosphatase-labeled oligonucleotide probe를 이용한 동정법, 간접면역 형광법 등이 있다(질병관리본부, 2005) (표 1).

국외의 경우, 병원성 비브리오균을 검출하고 분석하기 위해 대부분의 연구에서 PCR을 이용하고 있으며, 정량방법에는 MPN 기법이 사용되고(DePaola and Kaysner, 2004), 그 외에도 real-time PCR, 균주복제법 (colony hybridization) 등을 활용하여 병원성 비브리오균을 검출하고 동정하고 있다. Dickinson et al. (2013)은 미국 남부 캘리포니아의 해수 내 장염비브리오와 그 독소를 검출 및 분석하기 위해 장염비브리오의 독소 유전자인 *tlh*와 *tdh*를 타겟으로 하는 primer를 사용하였으며, 비브리오 콜레라균 검출을 위해서는 *its*를, 비브리오 패혈증균 검출을 위해서는 *cth* 또는 *vvh*를 타겟으로 하는 primer를 사용하였다. Gordon et al. (2008)은 real-time PCR 기법을 이용하여 환경시료에서 비브리오 패혈증균을 검출하였으며, Vengadesh et al. (2012)은 수산물에서 비브리오 콜레라균을 정량적으로 분석하기 위해 3-tube MPN 기법과 real-time PCR을 이용하였다. Cañigral et al. (2010)은 해수, 폐수, 수산물에서 비브리오 패혈증균의 오염도를 조사하기 위해 hemolysin A 유전자를 이용한 real-time PCR 기법을 사용하였다. Panicker et al. (2004)은 SYBR Green I 기반 real-time PCR과 *vvh*-specific oligonucleotide primer로 다수의 미생물 종 시험을 수행하였으며, 그 결과 굴

표 1. 국내 병원성 비브리오균 검출 및 동정 기술

<table>
<tr><th>검출 기술</th><th>내용 및 특징</th><th>참고문헌</th></tr>
<tr><td>생화학적
동정키트</td><td>■ API 20E 또는 API NE kit가 가장 많이 사용됨
■ 사용이 간편하고 민감도와 특이도가 높음
■ 탈수된 기질을 포함하고 있는 시험관에 세균의 부유액을 접종한 후 배양시키면 배양되는 과정 중 생성된 반응 산물 또는 보조 시약의 첨가로 인해 색이 변하는 원리를 이용하며, 동정용 소프트웨어를 활용하여 동정 결과를 판독함</td><td>질병관리본부
(2005)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">PCR</td><td>■ 짧은 시간 안에 배양된 균을 동정할 수 있으며, 균이 배양되지 않은 경우에도 소량의 DNA만 있으면 검출이 가능함
<table><tr><th>Target gene</th><th>Primer</th></tr><tr><td>vvhA (비브리오 패혈증균)</td><td>vvh F
vvh R</td></tr><tr><td>viuB (비브리오 패혈증균)</td><td>viuB F
viuB R</td></tr><tr><td>tlh (장염비브리오)</td><td>tlhF
tlhR</td></tr><tr><td>tdh (장염비브리오 독소)</td><td>tdhF
tdhR</td></tr></table></td><td>김영부(2001),
오보영 외
(2007)</td></tr>
<tr><td><table><tr><th>Target gene</th><th>Primer</th></tr><tr><td>toxR (비브리오 콜레라균)</td><td>toxR</td></tr></table></td><td>김말남과
이한웅
(2007)</td></tr>
<tr><td>Real-time
PCR</td><td>■ DNA 증폭 과정을 실시간으로 측정하고 분석할 수 있기 때문에 정량적인 결과 확인이 가능함
■ 민감도와 특이도가 높음
■ 종 단위까지도 검출이 가능하며, 장염비브리오를 검출하고 동정하기 위해 toxR 유전자를 타겟으로 한 primer와 probe를 제작하여 시험에 사용함</td><td>천정환 외
(2010)</td></tr>
<tr><td>Nested PCR</td><td>■ 16S rRNA 유전자에 대한 특이 염기서열의 프라이머를 사용하여 검출하는 기술임
■ 균을 검출하여 임상적으로 이용할 경우 신속하고 정확하게 진단할 수 있는 방법임</td><td>질병관리본부
(2005)</td></tr>
<tr><td>DNA probe
hybridization</td><td>■ 고가의 장비, 많은 시간과 높은 기술 수준이 요구됨
■ 장염비브리오의 병원성과 유전성을 분석하기 위해 사용할 수 있으며, 이 때 tdh, trh1, trh2 유전자형별은 polynucleotide probe를 사용한 DNA colony blot으로 분석함</td><td>김영부
(2001)</td></tr>
<tr><td>혈청학적
진단법</td><td>■ 항-H coagglutination법, sandwich ELISA법, enzyme immunoassay법, rapid microimmuno diffusion법, alkaline phosphatase-labeled oligonucleotide probe를 이용한 동정법, 간접면역 형광법 등이 포함됨</td><td>질병관리본부
(2005)</td></tr>
</table>

조직과 해수에서 비브리오 패혈증균을 빠르고 정확하고 민감하게 검출할 수 있는 방법을 정립하였다. 이 방법을 통해 8시간 이내에 비브리오 패혈증균을 검출할 수 있었다. Blackwell and Oliver (2008)은 균주복제법을 이용하여 비브리오 패혈증균을 검출하였는데, 비브리오 패혈증균 특유의 용혈인자 유전자를 검출할 수 있는 alkaline phosphatase conjugated probe를 사용하였다 (표 2).

3. 병원성 비브리오균의 제어기술

병원성 비브리오균을 제어하기 위해 국내에서는 킬레이트제(chelating agent), 광촉매, 전기분해수 등을 활용하였다. 킬레이트제는 금속이온에 배위하며 안정한 킬레이트화합물을 형성하는 다좌배위자의 화학물질이다. 성치남 외(2002)은 킬레이트 중 대표적인 킬레이트제인 EDTA, 글리신, 구연산을 해수에 첨가하여 비브리오 패혈증균의 사멸 정도를 분석하였다. 그 결과 500 mg/L의 EDTA를 1시간 처리하였을 때 비브리오 패혈증균이 완전

표 2. 국외 병원성 비브리오균 검출 및 동정 기술

검출 기술	내용 및 특징	참고문헌
PCR	■ 병원성 비브리오균을 검출하고 분석하기 위한 기법으로 가장 많이 사용됨 ■ 병원성 비브리오균 각 종의 목표하는 유전자마다 서로 다른 종류의 고유한 프라이머를 사용하여 검출함	Dickinson et al.(2013)
Real-time PCR	■ Real-time PCR은 일반 PCR과 달리, DNA 증폭 과정을 실시간으로 측정하고 분석할 수 있기 때문에 정량적인 결과 확인이 가능하고, 일반 PCR에 비해 민감도와 특이도가 높음 ■ 환경 시료에서 분리한 비브리오 패혈증균을 검출하기 위해서 type A 프라이머(5'-CAT GAT AGC TTC GGC TCA A-3')가 사용되었고, 비브리오 패혈증균 표준균주를 검출하기 위해서는 type B 프라이머(5'-GCC TAC GGG CCA AAG AGG-3')를 사용함	Gordon et al.(2008)
균주 복제법 (Colony hybridization)	■ 플라스미드를 벡터로 사용하여 DNA를 복제할 때, 플라스미드에 삽입한 DNA에 목표하는 유전자의 존재 유무를 분석하여 그것을 포함하는 콜로니를 선별하기 위해 일반적으로 사용되는 기법임 ■ 비브리오 패혈증균 특유의 용혈 인자 유전자를 검출하는 알칼라인 포스파타아제 결합 probe를 사용하여 비브리오 패혈증균을 검출함	Blackwell and Oliver (2008)
MPN (최확수, most probable number)	■ 식품이나 물에 대해서 오염지표세균을 정량적으로 측정하는 기법으로 하수 등의 환경 위생적 측면에서도 사용됨 ■ 식품에 존재하는 세균의 수를 정량적으로 측정하고자 할 때, real-time PCR 등 다른 기법을 사용하여 검출한 결과와 비교할 수 있음	Vengadesh et al.(2012)

Target	Primer
its (비브리오 콜레라균)	PVC-F2, PVCM-R1
cth (비브리오 패혈증균)	VVF, VVR
tlh (장염비브리오)	tlhF, tlhR
tdh (장염비브리오 독소)	tdhF, tdhR

히 사멸되었으나 글리신이나 구연산 첨가 시에는 오히려 생장촉진제로 작용하였다. EDTA의 안전성을 확인하기 위해 800 mg/L의 EDTA를 첨가한 해수에서의 돔의 생존 여부를 확인한 결과, 어류는 5일 이상 생존하였으며 이를 통해 EDTA는 안전한 첨가제일 것으로 판단되었다. 광촉매 이용 기법으로는 산화티타늄(TiO_2)을 이용한 연구 결과들이 있는데, 산화티타늄 분말을 50 mg/mL의 농도로 빛과 함께 비브리오 패혈증균이 현탁된 해수에 처리한 결과, 15분 이내에 비브리오 패혈증균은 완전히 사멸하였다(성치남 외, 2002). 또한 산화티타늄이 코팅된 유리구슬을 stainless steel column에 넣고 내부에 400 nm 파장의 자외선 등을 설치하여 이 장치 내부로 비브리오 패혈증균을 연속 주입하면서 유속에 따른 사멸 효과를 측정한 결과, turnover rate 1.0/min부터 사멸효과가 나타나기 시작하였으며 turnover rate이 낮아질수록 사멸효과가 증가하여 0.2/min에서는 비브리오 패혈증균의 생장이 완전히 억제된 것을 확인하였다. 이희정 외(2013)는 전기분해 해수 처리 기법을 이용하여 장염비브리오 제어 정도를 확인하였다. 장염비브리오 배양액이 접종된 활어수조에 어류를 혼합하여 24시간 동안 오염시킨 뒤 0.07-0.09 mg/kg으로 염소 농도가 유지되도록 전기분해를 실시하였다. 그 결과, 장염비브리오의 초기 농도는 2.3-2.6 Log CFU/g이었으나, 아가미에서는 12시간 후, 표피에서는 24시간 후, 내장에서는 36시간 후 장염비브리오가 검출되지 않았다.

국외에서는 병원성 비브리오균 생장을 제어하기 위해 저온보관 및 저온살균 기법(thermal processes), 고압처리 기법(high-pressure processing; HPP), 방사선 조사 기법(irradiation), 전기분해수 처리 기법 등 다양한 기술이 사용되고 있다. Thompson et al. (1976)은 굴을 3℃에서 7일간 저장하면 굴에서의 장염비브리오 양을 >11,000 MPN/g에서 0.36 MPN/g까지 저해시킬 수 있다고 보고하였다. Muntada-Garriga et al. (1995)은 굴을 영하 18℃와 영하 24℃의 냉동 온도에서 15-28주간 동결하였을 때, 장염비브리오(10^{5-7} CFU/g)가 완전히 불활성화 된다고 보고하였다. 또한 Andrews et al. (2000)은 굴의 내부온도가 48-50℃에 도달하도록 5분간 55℃의 물에 넣는 등의 방법으로 저온살균을 한 결과, 1.2×10^5 MPN/g의 장염비브리오가 <3 MPN/g로 비검출 수준까지 감소한 것을 확인하였다. Calik et al. (2002)와 Cook (2003)은 열처리를 하지 않는 고압 기법으로 식품에 존재하는 병원성 비브리오균을 파괴시켜 수산물의 저장성을 개선할 수 있다고 제안하였는데, 굴 내 장염비브리오를 제어하기 위해 180초간 300 MPa의 고압을 가한 결과, 장염비브리오가 5 Log CFU/g 이상 저감되었고 (Cook, 2003), 30-90초 동안 345 MPa의 고압을 처리하였을 때는 장염비브리오가 8.4×10^5-3.4×10^7 CFU/g에서 비검출 수준까지 감소하였다(Calik et al., 2002). Andrews et al. (2003)은 방사선조사 기법을 이용하여 비브리오 패혈증균과 장염비브리오를 저해시켰는데, 굴에 코발트-60 감마 방사선을 0.75 kGy 처리하였을 때 비브리오 패혈증균이 3 Log CFU/g 수준에서 비검출 수준까지 감소된 것을 확인하였다. 장염비브리오를 10^4 CFU/g 수준으로 접종시킨 후 1.0-1.5 kGy로 방사선 조사처리를 하였을 경우에는 비검출 수준까지 장염비브리오가 저감되었다. Huang et al. (2006)은 전기분해수가 수산물에서 미생물을 제어할 수 있다고 보고하였는데, 장염비브리오를 접종한 틸라피아(민물고기의 일종)를 전기분해수에 5분, 10분 간 담가두었을 때, 장염비브리오가 초기에 비해 각각 2.6 Log CFU/g, 3.8 Log CFU/g 감소된 것을 확인하였다. Ren et al. (2006)은 비브리오 패혈증균을 10^6 MPN/g의 수준으로 굴에 접종한 후 1%의 NaCl을 함유한 전기분해수를 처리하고 0, 2, 4, 6시간 후의 저감 효과를 측정하여 비브리오 패혈증균의 저감 효과를 확인하였다. 그 결과, 2시간 처리 후에 비브리오 패혈증균이 0.68 Log MPN/g만큼 감소하였고 4시간 후에는 1.05 Log MPN/g이 감소하였으며, 그 이후에는 비슷한 수준이 유지되었지만 전기분해수를 6시간 초과하여 처리하면 굴이 사멸할 수 있으므로 전기분해수 처리시간을 4시간에서 6시간으로 제한하는 것을 제안하였다.

참고 문헌

1. Andrews, L.S., Park, D.L., Chen, Y.P.: Low temperature pasteurization to reduce the risk of *Vibrio* infections from raw shell-stock oysters. *Food Addit. Contam.*, 17, 787-791 (2000).

2. Andrews, L., Jahncke, M., Mallikarjunan, K.: Low dose gamma irradiation to reduce pathogenic *Vibrios* in live oysters (*Crassostrea virginica*). *J. Aquat. Food Prod. Technol.*, 12, 71-82 (2003).

3. Bauer, A., Østensvik, Ø., Florvåg, M., Ørmen, Ø., RØrvik, L.M.: Occurrence of *Vibrio parahaemolyticus*, *V. cholerae*, and *V. vulnificus* in Norwegian Blue Mussels (*Mytilus edulis*). *Appl. Environ. Microbiol.* 72,, 3058-3061 (2006).

4. Blackwell, K.D., Oliver, J.D.: The Ecology of *Vibrio vulnificus*, *Vibrio cholerae*, and *Vibrio parahaemolyticus* in North Carolina Estuaries. *J. Microbiol.*, 46, 146-153 (2008).

5. Cañigral, I., Moreno, Y., Alonso, J.L., Gonza'lez, A., Ferru's, M.A.: Detection of *Vibrio vulnificus* in seafood, seawater and wastewater samples from a Mediterranean coastal area. *Microbiol. Res.*, 165, 657-664 (2010).

6. Calik, H., Morrissey, M.T., Reno, P.W., An, H.: Effect of high-pressure processing on *Vibrio parahaemolyticus* strains in pure culture and pacific oysters. *J. Food Sci.*, 67, 1506-1510 (2002).

7. Cook, D.W.: Sensitivity of *Vibrio* species in phosphate-buffered saline and in oysters to high-pressure processing. *J. Food Prot.*, 66, 2276-2282 (2003).

8. DePaola, A., Kaysner, C.A.: *Vibrio*. Bacteriological analytical manual online. U.S. Food and Drug Administration, Washington, DC (2004).

9. Dickinson, G., Lim, K.Y., Jiang, S.C.: Quantitative microbial risk assessment of pathogenic *Vibrios* in marine recreational waters of Southern California. *Appl. Environ. Microbiol.*, 79, 294-302 (2013).

10. FDA (Food and Drug Administration): BAM: *Vibrio* (2004).

11. Gordon, K.V., Vickery, M.C., DePaola, A., Staley, C., Harwood, V.J.: Real-time PCR assays for quantification and differentiation of *Vibrio vulnificus* strains in oysters and water. *Appl. Environ. Microbiol.*, 74, 1704-1709 (2008).

12. Huang, Y.R., Hsieh, H.S., Lin, S.Y., Lin, S.J., Hung, Y.C., Hwang, D.F.: Application of electrolyzed oxidizing water on the reduction of bacterial contamination for seafood. *Food Control*, 17, 987-993 (2006).

13. Kaysner, C.A., Abeyta, C., Wekell, M.M., Depaola, A., Stott, R.F., Leitch, J.M.: Virulent strains of *Vibrio vulnificus* isolated from estuaries of the United States west coast. *Appl. Environ. Microbiol.*, 53, 1349-1351 (1987).

14. Kirs, M., DePaola, A., Fyfe, R., Jones, J.L., Krantz, J., Laanen, A.V., Cotton, D., Castle, M.: A survey of oysters (*Crassonstrea gigas*) in New Zealand for *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio vulnificus*. *Int. J. Food. Microbiol.*, 147, 149-153 (2011).

15. Muntada-Garriga, J.M., Rodriguez-Jerez, J.J., Lopez-Sabater, E.I., Mora-Ventura, M.T.: Effect of chill and freezing temperatures on survival of *Vibrio parahaemolyticus* inoculated in homogenates of oyster meat. *Lett. Appl. Microbiol.*, 20, 225-227 (1995).

16. Panicker, G., Myers, M.L., Bej, A.K.: Detection of *Vibrio vulnificus* in shellfish and gulf of Mexico water by real-time PCR. *Appl. Environ. Microbiol.*, 70, 498-507 (2004).

17. Ren, T., Su, Y.C.: Effects of electrolyzed oxidizing water treatment on reducing *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio vulnificus* in raw oysters. *J. Food Prot.*, *69*, 1829-1834 (2006).

18. Tamplin, M., Rodrick, G.E., Blake, N.J., Cuba, T.: Isolation and characterization of *Vibrio vulnificus* from two Florida estuaries. *Appl. Environ. Microbiol.*, 44, 1466-1470 (1982).

19. Thompson, C.A., Vanderzant, C.: Effect of processing, distribution and storage on *Vibrio parahaemolyticus* and bacterial counts of oysters (Crassostrea virginica). *J. Food Sci.*, 41, 123-127 (1976).

20. Vengadesh, L., Son, R., Yoke-Kqueen, C.: Molecular quantitation and characterization of *Vibrio cholerae* from different seafood obtained from wetmarket and

supermarket. *Int. Food Res. J.*, 19, 45-50 (2012).

21. WHO (World Health Organization): Risk assessment of *Vibrio vulnificus* in raw oysters. (2005).

22. 김말남, 이한웅: 전남 다도해 바다목장 비브리오속 세균의 계절적 분포. *한국어병학회지*, 20, 229-235 (2007).

23. 김영부: 설사 환자 및 해수에서 분리한 장염비브리오의 병원인자와 유전자 형별. *J. Bacteriol. Virol.*, 31, 229-238 (2001).

24. 변기득, 이정현, 이계준, 김상진: 갯벌 퇴적물내 병원성 *Vibrio vulnificus*의 신속하고 특이적인 검출. *미생물학회지*, 41, 168-176 (2005).

25. 부산광역시 보건환경연구원: 비브리오속균 조사. *부산광역시 보건환경연구원보*, 19, 52-58 (2009).

26. 성치남, 송계민, 이규호, 양성렬: 가두리 양식장의 *Vibrio vulnificus* 검출 및 제어 방법. *미생물학회지*, 38, 281-286 (2002).

27. 오보영, 김정희, 공용우, 제갈승, 김혜영, 이미연, 황경화, 고연자, 이제만, 고종명, 김용희: 인천지역에서 분리된 비브리오 패혈증균의 특성. *미생물학회*, 43, 256-263 (2007).

28. 이희정, 유홍식, 오은경, 신순범, 박큰바위, 김지회: 전기분해 해수의 활어패류 살균 효과. *한국수산과학회지*, 46, 534-539 (2013).

29. 질병관리본부: 감염병실험실진단. (2005).

30. 천정환, 현지연, 황인균, 곽효선, 한정아, 정윤희, 송광영, 서건호: 해산식품과 채소에서 *Vibrio parahaemolyticus* 검출을 위한 배지배양법과 real-time PCR의 비교검증. *한국식품과학회지*, 42, 355-360 (2010).