수산물에서 *V. parahaemolyticus*의 검출 방법 및 저감 방안

Safety of *Vibrio parahaemolyticus* in seafood and the methods for detection and reduction

이 종 경
Jong-Kyung Lee

한국식품연구원
Korea Food Research Institute

서 론

우리나라 3대 주요 식중독균은 살모넬라, 포도상구균, 장염 비브리오균이다. 최근에 병원성 대장균과 노로바이러스에 의한 식중독이 늘어나고 있는 추세이다. 수산물에서 식중독을 일으키는 균은 주로 장염 비브리오균이다. 최근 노로바이러스 식중독이 증가하고 있으나 해수에 존재하는 Vibrios와 오염된 연안수의 해수 유입으로 인한 노로바이러스 오염과는 구분되어 관리될 필요가 있다. 3면이 바다로 둘러싸인 우리나라는 국민들이 수산물을 섭취하는 비중이 높으며 특히 익히지 않고 섭취하는 경향이 높아서 일부 패류는 ready-to-eat으로 다루어져야 하기에 식품 위생 및 안전이 요구된다. 한국 농촌 경제 연구원에서 발표한 식량 수급표 자료에 의하면 1981년에 일인 어패류 섭취량이 61.5g에서 2000년 83.9g으로 지속적으로 증가하고 있다. 패류가 여과 섭식을 하는 특징이 있어 장염 비브리오균이 내장에 서식하여 문제가 발생한다. 지구의 온난화, 잦은 태풍, 하천의 오염으로 인하여 국제적으로도 수산물의 안전성에 부각되고 있다. 수산물이 주요 원인 식품인 장염 비브리오균 식중독의 특성, 검출 방법과 제어할 수 있는 방법에 대해서 살펴보고 미국에서 실시하고 있는 패류의 관리 방안에 대해서 소개하고자 한다.

1. *V. parahaemolyticus* 특징

비브리오균 (Vibrio spp.)은 Gram −, 통성호기성 (facultiative anaerobic), 호염성 (halophilic)으로서 단일 polar flagellum을 가지고 motile curved rods로 구분된다. 병을 발생시키는 species는 *Vibrio parahaemolyticus* 와 V. *vulnificus*, 그리고 *V. cholerae* 로서 주로 해양, 해안가, 그리고 소금기가 있는 열대나 온화한 지역에서 자연적으로 발생한다. Vibrios는 연체, 패류(굴, 대합, 홍합)의 내장에 많으며 증식한다. 이중 가장 많이 발생하는

Corresponding author : Jong-Kyung Lee
Food Safety Research Group, Korea Food Research Institute, 516 Baekhyun-dong Bundang-gu Sungnam-si, Kyunggi-do 463-746, Korea
Tel: 82-31-780-9196
Fax: 82-31-709-9876
E-mail: jklee@kfri.re.kr

*V. parahaemolyticus*균에 의한 식중독 증상은 섭취한 후에 복통, 어지러움, 구토, 두통, 열, 그리고 오한을 수반한 설사를 일으킨다. 보통 2.5일 정도 지속하며 섭취 후 4-96시간정도 잠복기를 거치고 잠복기 평균은 15시간이다. 병원성 장염 비브리오 감염은 날것, 덜조리된, 혹은 재오염된 수산물 섭취와 관련 있으며 극소수의 감염은 직업에 의해서나 수상 레져 활동에 의해서 발생할 수 있다. 익히지 않은 수산물, 오염된 조리기구, 부적절한 냉장온도 등으로 인해서 식중독이 발생하는데 제대로 냉장되지 않으면 수산물에서 증식이 활발히 일어난다. 비브리오균의 증식은 온도와 밀접한 연관이 있으며 14℃ 이하에서는 증식이 어려운 것으로 보고되고 있다. 장염비브리오의 증식속도는 12-18분의 doubling time을 가지며 37℃에서 doubling time은 8-9분으로 알려져 있다. 수산물이 20-37℃에서 방치될 때 증식은 빠르게 일어난다. *V. parahaemolyticus*는 pH 5-11까지 자라는데 수산물은 사후 경직되면 pH 5.4 정도로 알려져 있다. *V. parahaemolyticus*는 1-7%의 소금 농도에서 잘 자란다.

감염을 일으키는 균의 수준에 관해서는 인간 지원자에 대해서 실시한 실험에서 주요 병원성인자인 Kanagawa 양성반응을 보이는 균에서는 2×10^5-3×10^7 CFU/g에서 장염을 일으키는 현상을 확인하였다는 보고가 있다. 반면 Kanagawa negative cell에서는 1.6×10^{10} CFU/g 서도 설사병을 일으키지 않았다는 결과가 있다. 미국에서는 장염비브리오균이 g당 10,000 cells를 넘지 않도록 하고 있는데 이는 식중독 발생 자료와 인간 지원자 연구를 통해서 25년전에 정한 수준으로서 10^5 cells를 최소 한계로 본 것이다. 최근은 10^2-10^3 cells까지로 보며 10^4 cells는 인체에 영향이 없다고 보기는 어렵다는것이 전문가들 견해이다. 감염을 일으키는 균의 수는 식품 매트릭스, 균의 병독성 인자, 그리고 숙주인자에 영향을 받는다. Host의 특징으로 살펴보면 면역이 약한 환자는 패혈증으로 발달할 수 있는 특별한 감염 위해를 가지고 있다. 날것이나 덜 익힌 수산물에서 문제가 발생하므로 익히지 않은 수산물을 먹는 사람은 위해에 노출되어 있다고 간주된다.

식품에서 생육에 영향을 주는 인자로서 수산물의 종류와 취급 및 저장의 조건에 따라 심해보다 해안근처에서 잡은 수산물이 더 많이 오염되어 있다는 보고가 있다. 오염된 해수, 시장에서 판매하는 동안 수산물 세척이나 뿌리는 해수, 수산물을 보관하는 어항의 물, 살아있는 수산물의 운반을 위한 물 등의 위생 상태에 따라 오염 수준에 영향을 미칠 수 있다.

2. *V. parahaemolyticus* 식중독 사고

식중독 발생 자료를 살펴보면 최초의 *V. parahaemolyticus* 식중독 보고는 1950년대 일본에서 발생한 수산물의 식중독 사고였으며 최적 생육 온도에서 다른 식중독균에 비해 증식이 빠르다. 수산물 섭취가 많은 아시아국가에서 문제가 되고 있는 식중독균으로서 회, 초밥, 숙회, 생굴, 대합, 가재, 새우 등 어패류에서 발생하고 있다. 장염비브리오식중독은 아시아에서는 규모는 작으나 빈도는 높게 나타나는 특징을 가지고 있다. 우리나라의 장염비브리오균은 전체식중독 건수에 대해서 9-16% 정도를 차지하고 있다. 특히 2003년에 생굴로 인하여 대규모 장염 비브리오 식중독이 발생하여 전국적으로 9개 지역에서 91명의 환자가 발생한 바 있다. 일본에서는 비브리오식중독 원인식품의 비율은 회(26%), 스시(23%), 조리된 해산물 (12%)이 차지하고 있으며 날로 먹는 식습관 때문에 감염의 가능성도 증가하고 있다. 일본에서는 1996년부터 1998년까지 1710 incidents에 24,373 cases가 발생하였다. 대만에서는 1981년부터 2003년까지 세균에 의한 식중독사건(1028 cases)의 69%(1459 cases)를 차지한 바 있다. 중국에서는 1991년부터 2001년까지 5770 outbreaks 발생에 대해서 31.1%가 비브리오 식중독이었다는 보고가 있다. 한편 미국에서는 1973년부터 1998년까지 40 outbreaks가 보고된 바 있으며 1997년에 발생한 700 cases는 북태평양연안의 생굴 섭취와 관계가 있다고 보고된 이후 생굴에서 장염비브리오균의 심각성을 인지하기 시작하였다. 2006년 여름에 177 cases의 *V. parahaemolyticus* 식중독이 발생하였는데 Washington과 British Columbia에서 채취된 굴과 관련된 것으로 밝혀진 바 있다.

<표 1> 원인물질별 우리나라 식중독 통계

연 도		2003년		2004년		2005년		2006년	
		건 수	환자수	건 수	환자수	건 수	환자수	건 수	환자수
총 계		135	7,909	165	10,388	109	5,711	259	10,833
세균	계	70	4,112	92	6,040	73	4,406	126	6,156
	살모넬라	17	416	23	839	22	753	22	576
	황색포도상구균	13	808	11	763	16	863	32	1,924
	장염비브리오균	22	732	15	300	17	663	25	547
	바실러스 세레우스 클로스트리디움	3	198	2	84	1	24	5	59
	퍼프린젠스 클로스트리디움	1	12	4	680			2	160
	보툴리눔	1	3						
	캠필로박터 제주니	1	215	3	175	1	175	1	53
	병원성 대장균	6	1,502	21	2,043	15	1,883	38	2,832
	기 타	6	226	13	1,156	1	45	1	5
바이러스	계	16	1,606	18	1,407	8	744	54	3,371
	노로바이러스	14	1,442	13	922	6	719	51	3,338
	기 타	2	164	5	485	2	25	3	33
화학물질					1	8	1	14	
자연독		2	11	3	15	1	3	1	4
불 명		47	2,180	52	2,926	26	550	77	1,288

(식약청 자료, 2007)

3. 환경에서 분포

많은 수의 Vibrio 세포들은 일반적으로 17~35°C의 온도와 0.5-2.5% 염도 범위내에서 관찰된다 온도와 염도외에 해수에서 Vibrio spp.에 영향을 미치는 것은 플랑크톤과 환경간의 상호작용이다. Chesapeake Bay의 연구에 의하면, *V. parahaemolyticus*는 퇴적물에서 겨울동안 생존해서 이후 온도가 올라간 후에 해수로 방류되었고, 이후 그것들은 4월에서 6월초에 동물성 플랑크톤과 연계되었다고 보고하고 있다. 일반적으로 조개류에 의한 Vibrio 감염은 연안지역에서 해수가 따듯해지는 여름과 가을에 많이 발생하고, Vibrio의 숫자도 증가하였다. 1984년과 1985에 미국 9개 연안에 위치한 주를 대상으로 행해진 조사에 의하면, 계절적, 지리적 연구에서 *V. parahaemolyticus*의 분포는 봄에(temperature 25°C) 겨울보다(temperature 10°C) 더 높은 것으로 나타났다. 그러나 지역에 따라서 그 편차는 발생하여 밀도는 걸프 연안에서의 샘플(44 cell/100ml)이 태평양 연안에서의 샘플(2 cells/100ml) 보다 밀도가 더 높은 것으로 나타났다. 우리나라의 연구에서도 기온은 7월에 가장 높은 반면, 장염비브리오균에 의한 식중독이 가장 많이 발생하는 달인 8월과 9월 (표 2) 에 가장 수온이 높았음을 알 수 있다 (그림 1).

패류에서 분포는 수온과 밀접한 연관성을 보이고 있으며 보통은 굴에 오염된 장염비브리오수는 채취할 때는 10^3cfu/g을 넘지 않는 것으로 알려져 있으나 더운 계절에는 그 이상이 될 수도 있다. Gooch 등 (2002)에 의한 연구에 의하면 냉각되지 않은 생굴에서는 24시간동안 26℃에서 방치될 때 50에서 790배까지 수가 증가할 수 있다고 하였다. 미국의 레스토랑, 생굴 전문점, 도소매 시장에서 1998년과 1999년에 걸쳐 370개의 샘플을 분석한 결과 여름철 일부 샘플에서는 1000 MPN/g 이상을 나타내기도 하였다. 우리나라에서도 2005년에 서울의 도소매 시장에서 분석한

<표 2> 우리나라 월별 비브리오 식중독 통계

	The nubmer of *vibrio parahaemolyticus* outbreak cases (the number of patients)			
	2003	2004	2005	2006
Jan				
Feb				
March				
April		1 (59)		
May		1 (37)		
June		1 (9)	1 (4)	1 (157)
July		1 (24)	3 (70)	5 (34)
August	10 (282)	2 (17)	5 (134)	9 (120)
September	11 (447)	7 (125)	7 (450)	8 (197)
October	1 (3)	2 (29)	1 (5)	3 (58)
November				
December				
Total vibrio outbreaks	22 (732)	15 (300)	17 (663)	26 (566)

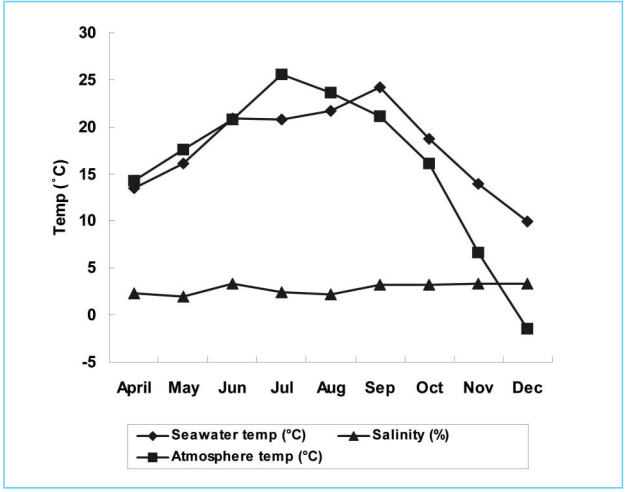

그림 1. 2005년도 우리나라 남해안의 기온, 수온, 염도 분포.

샘플중에서 8월 9월 굴에서 10,000 MPN/g 이상의 *V. parahaemolyticus* 균수를 나타낸 결과가 보고된 바 있다 (한국식품연구원 (2006), 이향 (2006)).

4. *V. parahaemolyticus*의 virulence factor

모든 *V. parahaemolyticus*가 병원성인 것은 아니다. 병독성인자인 thermostable direct hemolysin (TDH)이나 TDH-related haemolysin (TRH)이 존재하는 장염비브리오균에서 질병이 발생한다. TDH의 hemolytic activity는 Kanagawa reaction이라고 불리우며 *tdh* gene이 존재할 경우에 Wagatsuma blood agar에서 red blood cell을 용해시킨다. Shirai 등(1990)은 215개의 *V. prahaemolyticus*의 clinical strains를 조사한 결과 전체 strain의 24.3%인 52개 strain이 *trh* gene만을 가지고 있는 것을 확인하여 증명하였다. 한편 최근에는 *tdh* gene과 *trh* gene이 없는 clinical *V. parhaemolyticus*를 분석하여 heat-labile protein을 생산하는 균주로부터 단백질을 정제하여 쥐에 투여하는 실험을 실시한 결과 적혈구를 파괴하고 세포 출혈을 일으켰다는 보고가 있다. 다양한 serotype중에서 대규모의 식중독을 일으키는 균으로서는 *V. parahaemolyticus* serotype O3:K6이 1996년 이후에 인도, 일본, 미국, 칠레, 스페인 등지에서 장염 발생 원인균으로 보고가 되고 있다.

5. 검출방법

대표적인 검출방법은 MPN 방법, PCR 방법, DNA hybridization 방법, Chormogenic agar 방법 등이 있다.

1) Most probable number (MPN) 방법

미국의 FDA의 Bacteriological Analytical Mannual에 있는 방법으로서 식품에 있는 *V. parahaemolyticus*를 검출할 때 쓰인다. MPN 방법은 노동력이 많이 요구되고 시간이 오래걸리는 단점이 있으며 선택배지로 사용하는 TCBS agar는 *V. parahaemolyticus*와 *V. vulnificus* 그리고 *V. minicus* 등과 구별하지 못하여 추가적인 생화학적 테스트를 실시하는데 4-5일 정도 추가로 소요되는 문제점이 있다.

유럽에서는 International Organization for Standardization (ISO) 방법을 이용하여 실시하는데 두개의 enrichment media (salt polymyxin B broth를 공통으로 alkaline saline peptone water 혹은 saline glucose culture medium with sodium dodecyl sulfate중 media 선택) 이용하여 35℃에서 7-8시간 배양(냉동된 샘플인 경우 18시간)한 후 TCBS agar와 triphenyltetrazolium choloride soya tryptone agar (TSAT)에서 35-37℃에서 배양(TCBS agar에서는 18시간, TSAT에서는 20-24시간 배양)한다. TCBS agar에서 부드럽고 녹색이며 2-3 mm의 직경의 colonies를, TSAT에서는 부드럽고 평평하며 어두운 붉은색의 colonies를 선별하여 생화학적 테스트를 실시한다. 생화학적 테스트는 상업적인 kit를 이용하거나 자동화된 미생물 동정 시스템을 이용한다.

2) PCR 방법

1985년에 Taniguchi 등은 virulent factor는 아니지만 *V. parahaemolyticus*에만 있는 thermolabile hemolysin (TLH)을 찾아내었다. Bej 등(1999)은 *tlh*, *tdh*, 그리고 *trh*를 증폭하여 multiplex PCR을 실시하여 굴의 균질액을 alkaline peptone water에서 8시간 증균후 g당 1-10 cells 수준에서 세 개의 gene을 검출해내었다. Kim 등(1999)은 *toxR* gene을 타겟으로 하여 373개 *V. parahaemolyticus* 균주와 *V. parahaemolyticus*가 아닌 290개 strain으로 실험을 실시한 결과 373개의 *V. parahaemolyticus*는 모두 *toxR* gene이 있고 290개의 다른 균은 *toxR* gene에 대한 결과가 나타나지 않아 *V. parahaemolyticus* 동정을 위한 target으로 적합함을 보여주었다. Venkateswaran 등(1998)은 *gyrB* gene (gene encoding the B subunit of DNA gyrase)내의 285-bp fragment를 증폭할수 있는 PCR 방법을 개발하여 최소 생균 5 cells 이상일 때 검출이 가능하도록 하였다. 기존 방법들이 MPN method와 결합이 되어야 가능했던 반면에 Wang과 Levin (2004)은 agarose gel상에서 바로 PCR products의 형광강도를 분석하여 *V. parahaemolyticus*를 정량할 수 있는 방법을 개발하였다. 최근에는 real-time PCR 기기를 이용하여 식품샘플에서 직접 정량분석을 실시하는 방법중에서 Kaufman 등(2004)은 생굴에서 샘플링후 1시간 이내에 *tlh* gene을 target으로 하여 전체 *V. parahaemolyticus*수를 정량할 수 있는 방법을 보고하였다. Takahashi 등(2005)은 *toxR* gene을 타겟으로 하여 해수, 패류에서 36 cells/ml의 detection limit이상에서 정량 검출이 가능한 방법을 보고하였다.

3) DNA hybridization 방법

PCR 방법에 DNA-DNA hybridization 방법을 이용하여 최근에 non-radioactive probes (alkaline phosphatase [AP]-labeled and digoxigenin [DIG]-labeled probes)를 이용하여 *tlh* gene을 타겟으로 정량하는 방법이 있다. 최근에 Banerjee 등(2002)은 hydrophobic grid membrane filter (HGMF)위의 *V. parahaemolyticus*를 빠르게 정량하는 방법을 개발하였다. HGMF에 고정한 *V. parahaemolyticus* DNA와 *tlh* gene을 타겟으로 하여 DIG-labeled probes를 hybridization하여 검출하는 방법으로서 증균에 1일이 소요된다. DNA 분리, DIG-labeled probes 합성, *V. parahaemolyticus* primer 준비 그리고 colonies의 hybridization 기술이 합쳐진 검출 방법이다.

4) Chromogenic medium 방법

PCR과 DNA probe method는 검출과 정량 그리고

virulence factor를 함께 찾아내는데 효과적인 방법이지만 특별한 장비가 필요하고 숙련된 기술을 요하는 방법들이다. 최소한의 미생물학적 지식을 가진 사람이 실시하기에 적합한 방법은 식품과 환경 샘플에서 직접 plating방법이다. 최근에는 chromogenic medium (Bio-Chrome Vibrio medium [BCVM])이 *V. parahaemolyticus*균만을 다른 Vibrio spp.로부터 쉽게 구별해 낼수 있도록 하였는데 배지에서 보라색의 colonies를 찾으면 된다. *V. vulnificus*, *V. cholerae*, *V. mimicus*는 청녹색으로 자란다. 179개의 Vibrio spp. colonies를 테스트 한 결과 총 148개의 *V. parahaemolyticus*는 모두 BCVM에서 자랐고 145개는 보라색으로 나타났으며 31개의 V. parhaemolyticus 균 이외의 균들은 자라지 않거나 청녹색으로 자랐다. 최근에는 Kang과 Fung (2000)이 개발한 방법인 thin agar layer method에 기반한 double layer agar plate (DLAP)방법으로 Duan 등(2006)이 실험을 실시한 결과 BCVM 위에 균을 plating한 후 non-selective medium인 tryptic soy agar with 1.5% NaCl을 부어 heat 또는 cold injured cells까지도 효과적으로 plating방법으로 셀 수 있도록 하여 MPN을 대체할 수 있는 가능성을 알아보기도 하였다.

5. 수산제품의 비브리오균 저감을 위한 방안들

1) 가이드라인

1997년과 1998년에 미국 FDA는 가이드라인과 권고안을 Interstate Shellfish Sanitation Conference (ISSC)에 제공하였는데 *V. parahaemolyticus*를 모니터링하고 수산물에서 살아있는 균수는 그람당 10,000 cells 이하여야 한다고 하였다. 그러나 연방 정부와 주정부에 의해서 조사된 결과 1998년도 식중독 사고에서는 사고 채취지역의 굴에서 *V. parahaemolyticus*균은 그람당 1000 cells 이하였음을 확인하였고 일부 지역에서는 그람당 100 cells도 발견하였다. 병원균에 대해서 일부 낮은 용량으로도 감염을 일으킬 가능성이 제기되면서 FDA 가이드라인은 소비자를 충분히 보호하지 못할 가능성이 문제점으로 제기되었다.

*V. parahaemolyticus*균에 오염된 굴에서 성장을 억제하기 위하여 National Shellfish Program Guide for the Control of Molluscan Shellfish는 time-to-temperature regulation을 마련하여 높은 온도에서 굴이 노출되는데 최대 시간을 제한하였다. 날것으로 섭취되는 조개류는 10℃ 이하로 냉각을 하여야 하는데 각각 매달 최대 기온의 평균이 27℃ 이상일때는 10시간 이내에 냉각시키고, 19-27℃ 사이에서는 12시간 이내에, 그리고 18℃ 이하에서는 36시간 이내에 냉각시키도록 하고 있다. 한편 미시시피 지역에서 생굴은 4월부터 9월 중순까지 채취를 제한하고 있는데 이는 굴 양식장에서 더운 여름과 여름 외에도 강수량이 많아 오염가능한 시기가 해당된다.

온도 조절 외에도 채취 방법을 조절하여 조석간만에 따라 덥고 해가 비치는 날에는 상온에 노출된 굴의 균이 증식하는데 연구 결과에 의하면 굴에서 최대 4배에서 8배까지 *V. parahaemolyticus*의 균수 차이가 있다고 보고되었다.

2) 생물학적 정화

패류의 채취 전에 패류를 오염된 지역에서 청정지역으로 옮겨 자연적인 생물학적 정화작용을 시키는 방법이 있다. 그러나 연안지역의 오염이 증가함에 따라서 청정지역이 줄어들고 있는 것이 문제점이 되고 있다. 한편 depuration과 같이 패류가 모래를 뱉아내는 과정에서 미생물을 감소시켜 냉장제품에서 유통기한을 증가시킬 수 있는 방법이 있다. Depuration과정은 총균수는 1 log 정도 감소효과가 있는 것으로 알려져 있다. 그러나 이 방법은 Vibrio spp.에 대해서는 큰 효과가 없음으로 나타났는데 이는 Vibrio spp.는 패류의 내장에 정착해 있어서 어려움이 있다. Depuration과정에서 염소, UV, 오존, 요오드의 효과를 살펴본 연구에서 어떤 방법도 *V. parahaemolyticus*를 패류에서 제거하기가 쉽지 않음이 밝혀졌다. 전해산화수를 처리한 경우에는 8시간 상온에서 1 log가량의 *V. parahaemolyticus*와 *V. vulnificus*가 감소하였음을 보고한 바 있다.

3) 열처리

냉장, 냉동 그리고 저온 살균의 방법이 생굴에 Vibrio spp.를 일부 억제한다는 연구결과가 있다. 3℃에서 7일간 껍질을 벗긴 굴에서 11,000 MPN/g 이 넘는 균이 0.36 MPN/g으로 줄었다는 보고가 있다. 또한 *V. parahaemolyticus* 10^{5-7} cfu/g가 존재하는 굴 homogenate를 −18℃ 혹은 −24℃에서 냉동된 상태에서 15−28주 지난뒤 검출되지 않았음이 보고된 바 있으나 이는 냉동온도와 균수에 좌우되는 것으로 나타났다. 굴의 내부온도가 48−50℃가 되도록 물온도를 55℃로 5분간 가열한 경우에 1.2×10^5 MPN/g이 검출한계인 3 MPN/g 이하로 감소하였음을 보여주었다. 가열처리는 굴이 죽으면서 껍질 벗기기가 용이해지는 장점도 있으나 단백질이 변성되면서 조직감이 달라지는 점이 단점이다.

4) 초고압 처리

초고압 처리는 비열 가공처리 방법으로서 식품의 영양분, 풍미, 외관을 크게 변화시키지 않고 식품에 있는 미생물 수를 처리중에 저감시킬 수 있는 방법이다. Cook (2003)은 굴을 초고압 300 MPa에서 180초 처리에서 5 log 이상의 *V. parahaemolyticus* O3:K6 strain을 포함하여 *V. parahaemolyticus*를 저감할 수 있었다고 보고하였다. He 등(2002)은 240−275 MPa가 Pacific oyster의 껍질을 벗기는데 외관의 변화를 최소한으로 하는 최적 조건으로 보고하였다. 초고압 처리의 단점은 고가의 초기 투자 비용이 발생하여 대부분 생굴 생산업체가 감당하기 어려운 점이 문제점이다.

5) 방사선조사

식품에 존재하는 미생물을 저감할 수 있는 비열 가공 방법 중에 하나로 방사선 조사 방법이 있다. 3 kGy 이하의 낮은 조사로 굴은 죽이지 않고 굴의 관능적 특성을 변화시키지 않는 것으로 보고되었다. Andrews 등(2003)은 자연적으로 존재하는 생굴의 *V. vulnificus*가 3 log/g이었을 때 Cobalt−60 gamma radiation 0.75 kGy에서 검출한계 이하로 결과가 나타남을 보고하였다. *V. parahaemolyticus* O3:K6을 10^4 cells/g을 굴에 인위적으로 접종한 결과 1.0−1.5 kGy 조사처리가 검출한계 이하로 나타났으며 2 kGy 이하의 조사는 굴은 죽이지 않으면서 관능적 품질도 영향을 주지 않는 것으로 보고되었다. 146명의 지원자를 통하여 분석한 결과 조사 샘플과 그렇지 않은 샘플을 구분하지 못하였다. 단점은 소비자의 이온화 에너지로 조사된 식품에 대한 거부감이 문제점이다.

결 론

*V. parahaemolyticus*로 인한 식중독 사고가 최근 10년간 전세계적으로 급증하였다. 최근 미국에서도 많은 수의 비브리오균이 검출되고 있으며 특히 지구 온난화와 바다오염, 허리케인 발생 등으로 인하여 비브리오발생이 다른 양상으로 전개가 되고 있음을 우려하고 있다. 우리나라도 점차 지구온난화와 같은 환경 변화에 따라서 수산자원의 변화가 나타나고 있으며 잦은 태풍과 집중강우로 인하여 오염된 하천이 바다로 유입되면서 해양자원이 오염되고 있다. 식량자원으로서 수산물의 중요성은 부각되고 있으며 WTO/FTA에 의하여 식품의 교류가 국제화됨에 따라 우리나라 수산자원의 안전성뿐만 아니라 수입 수산물의 안전성 확보가 이슈가 될 것이다. 수산물의 주요 위해 미생물인 *V. parahaemolyticus*의 특성, 검출, 저감 방법을 활용하여 수산물의 미생물학적 안전성을 확보할 수 있도록 현장에서 신속하고 간편하게 검출할 수 있는 검출 기술 개발과 냉장 시스템 설비 시설 투자가 필요하다. 생산자에게는 미생물 증식 억제를 위한 가이드라인이 제공되고 소비자에게는 수산물 취급 및 섭취 시 주의사항에 대한 교육이 병행되어야 수산물에서 *V. parahaemolyticus*로 인한 위해를 줄이는데 도움이 될 것이다.

참고 문헌

1. 식중독 발생 현황 및 예방대책 (2003) 식품 공업 3월호, 한국식품 공업 학회.

2. 2002년 식량수급표 (2002) 농촌경제연구원
3. 안전식품 생산및 관리를 위한 위해성분 검출, 평가 및 제어 기술 개발 (2006) 한국식품연구원 보고서
4. Andrew, L., Jahncke, M., Mallikarjunan. K. (2003) Low dose gamma irradiation to reduce pathogenic Vibrio in live oysters (Crssosterea virginica). *J. Aquat. Food Prod. Technol.* **12**, 71-82.
5. Bej A. K., Patterson D. P., Brasher C. W., Vickey, C. L., Jones, D. D., Kaysner, C. A. (1999) Detection of total and haemolysin-producing *Vibrio parahaemolyticus* in shellfish using multiplex PCR amplification of *tl, tdh and trh, J. Microbiol. Methods* **36**, 215-225.
6. Cook, D. W. (2003) Sensitivity of Vibrio species in phosphate-buffered saline and in oysters to high-pressure processing. *J. Food Prot.* **66**, 2276-2282.
7. DePaola, A., Hopkins, L. H., Peeler, J. T., Wentz, B., McPhearoson, R. M. (1990) Incidence of *Vibrio parahemolyticus* in U.S. Coastal Waters and Oysters. *Appl. Environ. Microbiol.* 56, 2299-2302.
8. Duan, J. Liu, C., Su, Y. C. (2006) Evaluation of a double layer agar plate for direct enumeration of *Vibrio parahaemolyticus*. *J. Food Sci.* 71, M77-M82.
9. Elliot, E. L, Kaysner, C. A., Jackson, L., Tamplin, M. L. (1992) *Vibrio cholerae, V. parahaemolyticus, V. vulnificus* and other Vibrio spp. In: *FDA bacteriological analytical manual* (pp. 111-140). 7th ed., Arlington, USA: Association of Official Analytical Chemists International.
10. FAO/WHO (2002) Risk assessment of *Campylobacter* spp. in broiler chickens and Vibrio spp. in seafood. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation. Bangkok, Thailand 5-9 August 2002. http://www.fao.org/docrep/008/y8145e/y8145e00.htm
11. FDA/CFSAN (2005) Quantitative risk assessment on the public health impact of pathogenic *Vibrio parahaemolyticus* in raw oysters. http://www.cfsan.fda.gov/~acrobat/vpra.pdf
12. Gooch, J. A., DePaola, A., Bowers, J, Marshall, D. I. (2002) Growth and survial of *Vibrio parahaemolyticus* in postharvest American oysters. *J. Food Prot.* **65**, 970-974.
13. He, H., Adams, R. M. Farkas. D. F., Morrissey, M. T. (2002) Use of high pressure processing for oyster shucking and shelf-life extension. *J. Food Sci.* **67**, 640-644.
14. Health Protection Agency (2003) Identification of *Vibrio* species, BSOP ID 19.
15. International Oraganization for Standardization (1990) Gerneral guidance for the detection of *Vibrio parahaemolyticus*. ISO 8914:1990(E), Geneva, Switzerland.
16. Interstate Shellfish Sanitation Conference (1997) National Shellfish Sanitation Progam Guide for the Control of Molluscan Shellfish. Washington, D. C.
17. Kaneko K, Colwell R. R. (1978) The annual cycle of *Vibrio parahaemolyticus* in Chesapeake Bay. *Microbiol Ecology* **4**, 135-155.
18. Kang, D. H., Fung, D. Y. C. (2000) Application of thin agar layer method for recovery of injured *Salmonella typhimurium*. *Int. J. Food Microbiol.* **54**, 127-132.
19. Kaufman, G. E. Bowen, M. D., Meyer, R. F., DePaoula, A., Bowers, J., Blackstone, G. M., Vickery, M. C. L., Bej, A. K. (2004) Real-time PCR quantification of Vibrio parhaemolyticus in oysters using an alternative matrix. *J. Food Prot.* **67**, 2424-2429.
20. KFDA (Korea Food & Drug Administration) (2006) Annual Report of Food-borne Outbreaks. Available from: http://fm.kfda.go.kr/. Accessed September 20, 2007.
21. Kim, Y. B., Okuda, J., Matsumoto, C., Takahashi, N., Hashimoto, S. Nishibuchi, M. (1999) Identification of Vibrio parahaemolyticus strains at the species level by PCR targeted to the *toxR* gene. *J. Clin. Microbiol.* **37**, 1173-1177.
22. Lake, R., Hudson, A. Cressey, P. (2003) Risk Profile: *Vibrio parahaemolyticus* in seafood, New Zealand.
23. Levine W. C., Griffin, P. M. (1993) Vibrio infection on the Gulf Coast: Results of first year of gegional surveillance. *J. Infect. Dis.* **167**, 479-483.
24. Joint FAO/WHO expert consultation (2001) Hazard identification, exposure assessment and hazard characterization of Campylobacter spp. in broiler chickens and *Vibrio* spp. in seafood - Geneva, Switzerland, 23-27 Jul, 2001.
25. Lee, H. (2006). Microbiological population of Vibrio parahaemolyticus in oysters of wholesale seafood markets. *J. Fd. Hyg. Safety* **21**, 238-243.
26. Lee, W. C., Sakai, T., Lee, M. J., Hamakawa, M., Lee, S. M., Lee, I. M. (1996) An epidemiological study of food poisoning in Korea and Japan. Int. *J. Food Microbiol.* **29**, 141-148.
27. Lee, W. C., Lee, M. J., Kim, J. S., Park, S. Y. (2001) Food-borne illness outbreaks in Korea and Japan studied retrospectively. *J. Food Protect.* **64**, 899-902.
28. Miles, D. W., Ross, T., Olley, J., McMeekin, T. A. (1997) Development and evaluation of a predictive model for the effect of temperature and water activity on the growth rate of *Vibrio parahaemolyticus, Int. J. Food Microbiol.*, **38**, 133-142.
29. Sakazaki, R. (2002) Vibrio. In Cliver, D. O. & H. P. Riemann, Food-borne diseases (pp. 127-136). London: Academic Press.
30. Senyal, S. C., Sen, P. C. (1974) Human volunteer study on the pathogenicity of *V. parahaemolyticus*. In Fujimo, T., G. Sakaguchi, R. Sakazaki & Y. Takeda, International symposium on *V. parahaemolyticus* (pp. 227-230). Tokyo: Saikon Publishing Company.
31. Shirai, H., Ito, H., hirayama, T., Nakamoto, Y., Nakabayashi, N., Kumagai, K. Takeda, Y., Nishibuchi, M. (1990) Molecular epidmiologic evidence for association of thermostable direct hemolysin (TDH) and TDH-related hemolysin of *Vibrio parhaemolyticus* with gastroenteritis. *Infect. Immun.* **58**, 3568-

3573.
32. Su, Y. C., Liu C. (2007) *Vibrio parahaemolyticus*: A concern of seafood safety. *Food Microbiol*. **24**, 549-558.
33. Takahashi, J., Iwade, U., Konuma, H., Hara-Kudo, Y. (2005) Development of a quantitative real-time PCR method for estimation of the total number of Vibrio parahaemolyticus in contaminated shellfish and seawater. *J. Food Prot*. **68**, 1083-1088.
34. Venkateswaran, K., Dohmoto, N., Harayama, S. (1998) Cloning and nucelotide sequence of the *gyrB* gene of *Vibrio parhaemolyticus* and its application in detection of this pathogen in shirmp. *Appl. Environ. Microbiol*. **64**, 681-687.
35. Wang, S., Leven, R. E. (2004) Quantitative determination of Vibrio parahaemolyticus by polymerase chain reaction. *Food Biotechnol*. **18**, 279-287.
36. Yoon, C. Y., Kang, K. J. (2006) Occurrence of *Vibrio parahaemolyticus* in fishery products from the southwestern Coast of Korea. *Food Sci. Biotechnol*. **15**, 578-581.
37. Zhang, X.-H., Austin, B. (2005) Haemolysins in *Vibrio* species. *J. Appl. Microbiol*. **98**, 1011-1019.