수산식품과 바이러스

Seafood and Viruses

서동주 · 손나리 · 서승우 · 이민화 · 왕효우 · 이정수[1] · 주인선[1] · 최창순*

Dong Joo Seo · Na Ry Son · Sheungwoo Seo · Min Hwa Lee · Xiaoyu Wang · Jeong-Su Lee[1] · In-Sun Joo[1] and Changsun Choi*

중앙대학교 식품영양학과, [1]식품의약품안전청

Department of Food and Nutrition, Chung-Ang University, Korea

[1]Korea Food and Drug Administration, Korea

1. 식중독 바이러스와 국내 바이러스성 식중독 동향

다양한 원인에 의하여 유발되는 식중독은 지난 30년 동안 공중보건위협을 증가시키고 경제적 손실을 유발함으로써 개발도상국뿐만 아니라 선진국의 주된 관심사가 되었다. 우리나라의 경우 산업화와 도시화, 방대한 식품 생산과 식품 서비스 시설, 식품 공급 체계의 변화 등을 계기로 식중독 예방에 대한 중요성이 대두되고 있다. 이러한 식품유래 질병의 원인 중 하나는 지난 10년간 이슈가 되고 있는 식중독 바이러스이다. 특히 대표적인 장관 바이러스(enteric virus)인 노로바이러스, A형간염바이러스(Hepatitis A virus, HAV), 로타바이러스, 아스트로바이러스는 미국 Centers for Disease Control and Prevention (CDC)에서 지정한 13가지 주된 식품유래 병원체에 포함된다. 표 1은 각각의 장 바이러스 종류와 특징을 나열한 것이다.

노로바이러스는 식중독을 일으키는 대표적인 바이러스성 원인체이다. 현재까지 노로바이러스는 다섯 가지 유전자형(genogroup)이 알려져 있으며, 그 중 I형과 II형 노로바이러스가 사람에게 대량 식중독을 일으키는 병원체로 알려져 있다. 노로바이러스는 주로 분변에 오염된 식수나 식품을 섭취하는 분변-구강경로(fecal-oral route), 직접적인 사람과 사람간 접촉(person-to-person contact)을 통하여 전염이 된다. 일반적이지는 않으나 공기매개(airborne

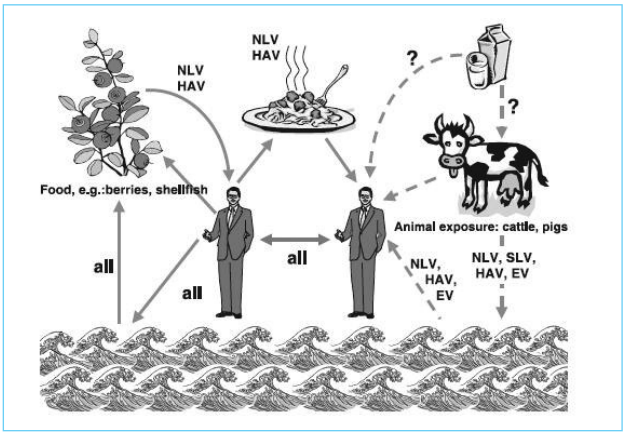

그림 1. 장관계 바이러스의 오염 경로
(Koopmans and Duizer, 2004)

*Corresponding Author: Changsun Choi
Department of Food and Nutrition, Chung-Ang University, Ansung 456-756,Korea
Tel: +82-31-670-4589, Fax: +82-31-676-8741, E-mail: cchoi@cau.ac.kr

표 1. 분변-구강 경로와 관련된 장 바이러스(enteric virus)의 특징(Lipp and Rose, 1997; Gail E. Greening. 2006)

바이러스(virus)	크기(nm)	핵산(nucleic acid)	질병(disease)
Enteroviruses: poliovirus, coxsackie virus A and B, echovirus	20-30	RNA	마비, 무균성 수막염, 점막발진, 호흡기 질환, 흉막통, 심낭염, 심근염, 심장의 선천성 기형, 사구체 신염, 설사, 발열, 발진
Hepatitis A virus (HAV)	27-32	RNA	전염성 간염
Hepatitis E virus (HEV)	32-34	RNA	전염성 간염
Adenovirus	70-90	DNA	급성 결막염, 설사, 호흡기 질환, 눈 감염
Rotavirus	60-80	RNA(double stranded)	위장염
Norovirus	27	RNA	유행성 위장염

transmission)로도 노로바이러스 식중독이 발생하는 것으로 알려져 있다.

A형간염바이러스는 수인성, 식품매개 병원체로 간염이나 황달과 같은 임상증상을 나타내는 A형간염의 병원체이다. A형간염바이러스는 4개의 유전자형을 갖고 있으며, 1개의 혈청형이 존재하는 것으로 알려져 있다. A형간염의 전파경로는 주로 분변-구강 경로이며, 사람과 사람간 접촉을 통하여 전파되기도 한다. 현재까지 알려진 A형간염 발생사례에 따르면 패류, 과일류, 채소류 등이 A형간염바이러스 전파에 있어서 중요한 식품이다. 이러한 식품들은 A형간염바이러스에 오염된 관개용수로 인하여 오염되거나, 이러한 오염수가 유입된 해역에서 생산될 때 주로 오염되는 것으로 알려지고 있다. 또한 A형간염에 감염된 식품 취급자에 의한 식품 접촉/취급시에도 오염이 일어나는 것으로 보고되고 있다.

로타바이러스는 특히 유아나 어린아이들에게 심한 설사

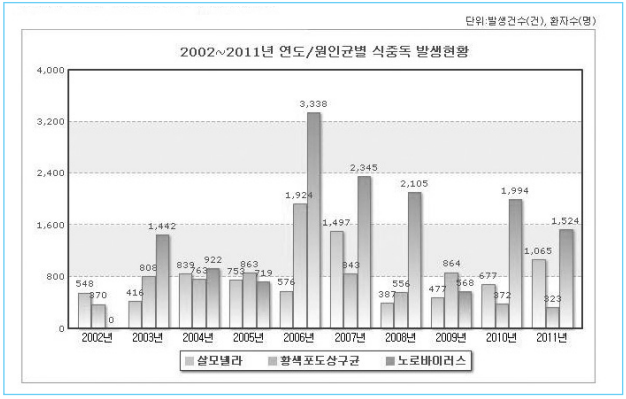

그림 2. 식품의약품안전청 식중독통계시스템.
(2002~2011년 연도/원인균별 식중독 발생현황.)

를 동반한 급성위장염을 일으키는 주요 병원체이다. 로타바이러스는 혈청형과 특성에 따라서 A, B, C, D, E, F, G군으로 분류되며, A군 로타바이러스가 주로 사람에게 위장관염을 일으키는 것으로 알려져 있다. 로타바이러스의 감염경로도 다른 위장관 바이러스와 유사하게 분변-구강 경로와 사람과 사람간 접촉으로 주로 전염된다. 다른 나라에서도 식품이나 식수와 관련된 식중독 발생사례가 빈번하게 보고되고 있다.

국내에서 발생하고 있는 식중독의 병원체별 통계를 살펴보면 노로바이러스에 의한 식중독 발생이 가장 많은 것을 알 수 있다(그림 2). 노로바이러스 식중독은 1999년 국내에서 보고된 이후, 굴 등 어패류와 오염된 식수를 통한 감염 사례가 보고되어 있다. 2003년 이후부터 집계된 원인균별 식중독 통계에 따르면 노로바이러스 식중독이 다른 원인균보다 많이 발생하고 있음을 확인할 수 있다.

1997년부터 2000년까지 질병관리본부에서 집계하는 질병통계에 수인성/식품매개 질병에 속하는 A형간염의 발생은 없었다. 그러나 2001년 A형간염 환자가 105명이 발생한 이후 점차 증가하여 2006년에는 1923명의 환자가 발생한 것으로 집계되었다(표 2). 2000년부터 2004년까지 대전서부와 인근 충남지역에서 급성 A형간염으로 입원한 환자 167명을 대상으로 조사한 결과에 따르면 환자의 30.5%가 어패류나 회 섭취에 의하여 감염된 것으로 보고되었다(표 3).

2000년부터 2005년까지 발생한 급성 설사 중에서 로타바이러스 식중독은 약 12.8%정도를 차지하였다. 위 기간 동안 발생한 바이러스성 설사의 원인체로는 약 70%가 로타바이

표 2. 1997~2006년 수인성/식품매개질병 발생현황 (Lim et al., 2006)

Table 1. Reported cases of water/food-borne national notifiable diseases by year

Diseases	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Cholera	10	0	3	0	162	4	1	10	16	5
Typhoid fever	265	380	308	234	401	221	199	174	190	208
Paratyphoid fever	9	12	11	7	36	413	88	45	31	50
Bacterial dysentery	11	905	1,781	2,462	928	767	1,117	487	317	391
EHEC infection	-*	-	-	1	11	8	52	118	43	38
Poliomyelitis	0	0	0	0	0		0	0	0	0
V. vulnificus sepsis	-	-	-	21	41	60	80	57	57	88
Brucellosis	-	-	-	0	0	1	16	47	158	216
Anthrax	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0
Cryptosporidiosis	-	-	-	0	0	0	0	0	1	0
Botulism	-	-	-	-	-	0	3	4	0	0
Viral hepatitis A†	-	-	-	-	105	317	312	355	795	1,923

Source : Communicable Diseases Monthly Report
*: blank data
†: Reported cases by sentinel surveillance

표 3. A형간염의 발병원인 (Lee et al., 2006)

발병원인	n	%
회 또는 어패류 섭취	51	30.5
여행력	37	22.2
국내	31	
국외	6	
환자와의 접촉	18	10.8
가족	12	
친구	6	
지하수 음용	18	10.8

러스 였으며, 노로바이러스는 약 18%를 차지하였다. 위 보고서에는 로타바이러스 설사증의 원인식품에 대한 규명 또는 자료가 보고되지 않았으며, 수산물 섭취로 인한 직접적인 로타바이러스 식중독 발생사례는 보고된 바 없다. 그러나 로타바이러스에 오염된 식수로 인한 감염 사례 보고는 있기 때문에 식품용수를 다루는 과정에서 오염을 예방하는 것은 중요하다고 알려져 있다.

2. 해외 바이러스성 식중독 발생 동향과 수산식품

미국 CDC는 모든 식품유래질병에 노로바이러스, A형간염바이러스, 로타바이러스, 아스트로바이러스가 약 80%를 차지한다고 보고하였다. 그 중 노로바이러스와 A형간염바이러스가 가장 일반적인 원인체이며 노로바이러스에 의한 감염은 매년 23만 건이 발생하는 것으로 집계되었다. 그리고 몇몇 식품유래 질병 발생이 로타바이러스 group B와 C로 인해 발생되었다는 보고가 있다.

2009년 비영리 연구단체인 Center for science in the public interest (CSPI)는 1998년도부터 2007년까지 FDA와 USDA에서 집계한 식중독 관련 자료를 분석하였다. 이 보고서에 따르면 위 기간 동안 발생한 4,638건의 대량 식중독(outbreak) 중에서 수산식품에 의한 대량 식중독이 838건으로 가장 높은 빈도를 나타내었으며, 7,298명의 환자가 발생한 것으로 집계되었다(그림 3). 수산식품 중에서 참치(tuna), 그루퍼(grouper)등과 같은 어류에 의한 대량 식중독은 503건, 2,179명의 환자가 발생한 것으로 집계되었다. 굴, 조개, 홍합과 같은 패류에 의한 대량 식중독은 125건, 1,964명의 환자가 발생한 것으로 확인되었다. 그 밖에 crab cake, tuna burger등에 의하여 154건, 새우, 랍스터 등에 의하여 56건의 대량 식중독이 확인되었다. CSPI에 의하여 집계된 수산식품 식중독의 원인체로 Scombroid toxin, Ciguatoxin이 55%를 차지하였으며, 노로바이러스 13%, 비브리오 10%, 기타 세균과 독소 등으로 확인되었다. 따라서 미국

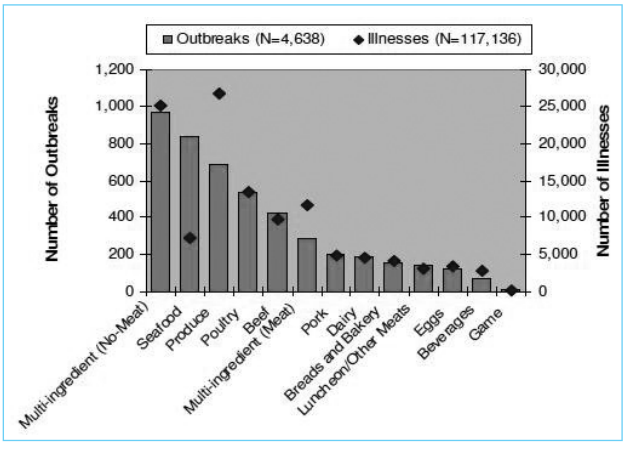

그림 3. 1998년부터 2007년까지 미국에서 발생한 대량 식중독 발생 건수와 환자 수

표 4. 호주의 대량 식중독 및 발생 환자수 (1995년~2000년)

Vehicle	Outbreaks		Cases		Deaths		Median number of cases per outbreak	Range
	n	%	n	%	n	%		
Meats	64	30	1,846	23	7	35	17	2–200
Chicken	27		899		3		21	2–171
Beef	9		313		1		15	2–200
Pork	4		126		–	–	26	15–60
Lamb	2		16		–	–	–	4–12
Processed meats-consumed cold	6		97		2		16	8–24
Other meats*	16		395		1		20	4–85
Fish	34	16	281	4	–	–	6	2–33
Seafood	13	6	803	10	1	5	22	2–466
Oysters	3		565		1		97	2–466
Salads	12	6	587	7	3	15	29	4–176
Sandwiches	11	5	1,321	16	1	5	42	11–862
Eggs	9	4	773	10	–	–	36	7–500
Desserts	9	4	439	6	–	–	45	8–102
Grains	5	2	178	2	–	–	37	24–48
Dairy	5	2	81	1	–	–	12	9–27
Specialty/ethnic dishes	5	2	46	<1	1	5	6	3–24
Soup	2	<1	80	<1	–	–	–	13–67
Fruit	2	<1	60	<1	1	5	–	6–54
Vegetables	1	<1	54	<1	–	–	–	–
Fruit juice	1	<1	502	6	–	–	–	–
Miscellaneous	37	17	1,004	13	6	30	10	3–164
Unknown	4	2	69	<1	–	–	17	10–26
Total	214	100	8,124	100	20	100	17	2–862

* Includes meats in above categories that may be mixed together and meats not in above categories, or where type of meat was not known.

에서 발생하는 수산식품 관련 식중독 원인체는 해양독소와 식중독 바이러스가 중요한 것으로 확인되었다.

호주(Australia)에서 수행된 연구에 따르면 1995년부터 2000년까지 발생한 대량 식중독의 원인식품은 주로 육류 30%, 어류 16%, 패류 6%, 등의 순으로 높게 나타났다(표 4, 5). 수산식품에 의하여 발생한 식중독 사례 대비 22% 였으나, 전체 식중독 환자수의 14% 수준으로 낮았으며, 미국의 식중독 통계와 유사한 경향을 나타내었다. 호주에서도 패류 섭취로 인한 노로바이러스 감염이 빈번하게 발생되고 있으며, 뉴질랜드에서도 한국산 생굴섭취로 인한 노로바이러스 감염 발생사례가 보고되었다. 네덜란드의 경우 식중독의 약 90% 정도가 노로바이러스에 의해 발생되며, 노로바이러스 식중독의 50%가 식품매개로 발생한다고 보고된 바 있다. 특히 노로바이러스 대량 식중독의 원인식품으로는 샐러드, 샌드위치 등과 같은 복합식품과 굴과 같은 수산식품 등이 주요 원인 식품으로 지목되었다.

A형간염은 수산식품에 의한 감염보고가 많다. A형간염바이러스의 오염은 일반적으로 수확 전이나 수확 후 식품을 다루는 과정에서 발생하고, A형간염바이러스에 오염된 어패류를 섭취함으로써 대량 식중독이 여러 나라에서 발생하였다. 대표적인 예로 1988년 중국에서 A형간염바이러스에 오염된 조개를 섭취한 사람들 중에서 300,000명의 A형간염 환자가 발생한 바 있다. 미국에서는 A형간염 전염경로의 2~5% 정도가 A형간염바이러스에 감염된 취급자 때문이었지만, 생굴 섭취로 인한 감염사례도 보고되었다. 현재까지 알려진 바에 따르면 식중독 바이러스의 오염이 배제된 깨끗한 물에 굴과 같은 패류를 넣어 정화(depuration)과정을 거치면 식중독 바이러스 오염이 배제되는 것으로 알려져 있다. 그러나 36시간 동안 정화시킨 굴을 섭취하고도 A형간염바이러스에 감염된 사례가 호주에서 보고된 바 있어, 패류 정화과정의 안전성과 신뢰성에 대한 의문이 제기되고 있다.

표 6에 따르면 각국에서 수집된 어패류에 식중독 바이러스 검출율이 보고되었다. 특히 브라질과 이탈리아 굴의 22~36%에서 A형간염바이러스가 검출되었다. 그리스, 스페인, 스웨덴, 영국 등에서 수집된 굴과 홍합에서는 33~46% 아데노바이러스 검출이 확인되었다. 그리스의 굴과 홍합에서는 노로바이러스가 2%수준으로 검출되었으나, 스페인, 스웨덴에서는 12~24%수준의 높은 노로바이러스 검출율을 나타내었다. 특히 일본 모시조개에서는 40~42%의 노로바이러스 양성률을 나타내었으며, 로타바이러스와 아데노바이러스에 대하여 각각 42%, 52%의 양성률을 나타내었다. 표 6에 집계된 바와 같이 각국의 해양 오염 수준과 어패류의 종류에 따라 식중독 바이러스의 검출률은 상이하게 조사되었다.

앞서 살펴본 바와 같이 국내 · 외 수산물로 인한 식중독바이러스 감염 사례가 수차례 보고된 바 있다. 특히 어패류를 날 것으로 먹거나, 적절히 익혀서 섭취하지 않았을 경우 바이러스성 식중독 발생의 위험요소가 될 수 있다는 것을 시사

표 5. 수산식품에 의한 식중독바이러스 감염 사례 (해외)

병원체	원인식품	발생연도	발병특징	국가	참고문헌
Norovirus	굴	1978	약 2000명이 굴 섭취 후 식중독증세를 나타냄. 호주에서 처음으로 노로바이러스가 발병됨.	호주	(25)
Norovirus	굴	1993	6개 주에서 굴 섭취 후 위장염 증상을 보이는 환자 발생. (증상: 설사, 구토, 열 발생)	미국	(26)
Norovirus Enterovirus	굴	1996~1997	수입된 굴을 섭취하고 350명 이상 식중독 발생. (증상: 굴 섭취 후 12~48시간 사이에 구토, 설사, 복통, 열 발생)	덴마크	(27)
Norovirus	굴	2003~2004	굴 섭취 후 83명의 사람에게서 위장염 증상이 나타남. (증상: 설사, 구토 발생)	호주	(28)
Norovirus	굴	2002	역학조사 결과, 굴 섭취 후, 13개의 지역에서 127건의 급성 위장염 발병. (증상: 굴 섭취 후 4~58시간 사이에 복통, 설사, 메스꺼움, 구토, 열 발생)	프랑스	(29)
Norovirus	굴	2006	손님 접대지역 4개의 지역을 조사한 결과, 1개의 지역에서 한국산 생굴 섭취 후, 가장 높은 유병율을 나타냄.	뉴질랜드	(30)
Hepatitis A Virus	조개	1988	292301건의 A형간염 발생 조사결과, 조개가 바이러스 감염의 원인체로 밝혀짐.(증상: 주로 발열, 황달 발생)	중국	(31)
Hepatitis A Virus	굴	1988	해산물을 섭취한 5개 주의 53명의 환자를 대상으로 조사한 결과, 생굴을 섭취한 군에서 HAV 감염 위험이 가장 높았음.	미국	(32)
Hepatitis A Virus	패류	1996	271건의 A형간염 조사결과, 구매 장소의 용수에 보관되어 있던 패류가 위험요소로 작용함.	이탈리아	(33)
Hepatitis A Virus	굴	1997	36시간동안 정화 시킨 굴을 섭취한 소비자가 HAV에 감염됨. (오랜 시간 정화된 굴에서 HAV가 남아있었음.)	호주	(34)
Hepatitis A Virus	조개	1999	183건의 A형간염 조사결과, 폐루에서 수입한 조개 섭취와 관련이 있다고 보고함. (패류 조사결과, 75% HAV 검출)	스페인	(37)

표 6. 어패류 내 식중독바이러스의 검출빈도

검체	국가	검출빈도							참고문헌
		NoV GI	NoV GII	HAV	HEV	Rota virus	Adeno virus	Entero virus	
굴	브라질	NT[1)]	NT	6/27(22%)	NT	NT	NT	NT	(35)
굴	이탈리아	NT	NT	13/36(36%)	NT	NT	NT	5/36(14%)	(36)
굴, 홍합	그리스	0/144(0%)	3/144(2%)	6/144(4%)	NT	NT	48/144(33%)	22/144(15%)	(38)
굴, 홍합	스페인	12/104(12%)	15/104(14%)	3/104(3%)	NT	NT	37/104(36%)	27/104(26%)	(38)
굴, 홍합	스웨덴	9/54(17%)	13/54(24%)	0/54(0%)	NT	NT	18/54(33%)	13/54(24%)	(38)
굴, 홍합	영국	9/173(5%)	9/173(5%)	2/173(1%)	NT	NT	80/173(46%)	24/173(14%)	(38)
굴	일본	3/191(2%)	14/191(7%)	NT	NT	NT	NT	NT	(39)
굴, 홍합, 모시조개	태국	NT	NT	8/213(4%)	0/213(0%)	NT	NT	NT	(40)
조개	일본	24/57(42%)	23/57(40%)	1/57(2%)	NT	14/33(42%)	17/33(52%)	NT	(41)
홍합, 조개, 모시조개	스페인	3/41(7%)	22/41(54%)	NT	NT	2/41(5%)	NT	5/41(12%)	(42)
굴	중국	2/136(1%)		7/136(5%)	NT	12/136(9%)	NT	NT	(43)
굴	이탈리아	31/90(34%)		NT	NT	NT	NT	NT	(44)

[1)] NT: Not tested.

해주고 있다. 따라서 어패류에 오염된 식중독 바이러스의 오염을 효과적으로 제어하기 위해서는 수산식품의 오염율과 오염수준을 확인할 필요가 있다.

3. 수산식품에서 식중독 바이러스 제어 및 방법

식품에 오염된 식중독 바이러스 제어에 관련하여 여러 문헌에서는 열처리, 초고압처리, 자외선 조사, depuration(정화), 냉동, smoking, 산성화, chilling, 염소처리 등의 방법을 이용한 식품에서의 바이러스 제어법이 보고되어 있다. 특히, 수산식품 그 중에서도 패류에 오염된 식중독 바이러스를 제어하는 기술로 열처리, 초고압처리, 자외선 조사, depuration(정화), chilling과 같은 방법들이 제시되어 있다.

여러 가지 제어방법 중에서 비열처리 기술이 어패류, 상추, 라즈베리, 딸기 등의 식품에 관능적, 영양적인 면을 유지하기 위해 더 선호된다. 특히, 초고압처리 기술이 A형간염바이러스를 3 log이상 감소시키는 것으로 확인되었는데, 이는 열처리 기술과 비슷한 결과를 보인다(표 7). 자외선(UV)이나 감마선 조사(gamma irradiation)를 통한 바이러스 제어는 제한적이다. 식품 matrix(표면)에 영향을 주거나 식중독 바이러스가 저항력이나 다른 변이를 가져올 수도 있는 가능성으로 인하여 이 부분은 앞으로 더욱 조사되어야 할 필요성이 있다.

몇 가지 예로 A형간염바이러스에 오염된 홍합을 60℃에서 10분, 80℃에서 3분 동안 각각 열처리하였을 때 2 log정도 감소하였고, 바이러스 자체에 처리하였을 때에는 4.6 log 이상 감소하는 경향을 보였다(표 7). 최근 각광받는 비열처리 기술의 하나인 초고압 처리를 5분간 20℃에서 400MPa 굴에 적용한 경우 A형간염바이러스가 2.56 log정도 감소하였고, 이에 비하여 딸기와 양파에서는 5분간 21℃에서 375MPa로 처리하였을 때 각각 4.3 log, 4.7 log 감소되는 경향을 보였다.

딸기나 양파처럼 바이러스가 표면에 오염이 되는 경우 낮은 정도의 초고압 처리조건에서 더 많은 바이러스 생존성의 감소가 관찰되었다. 그러나 굴의 경우 식품 내부에 오염이 일어나기 때문에 초고압 처리 시간이나 강도를 더 높여서 처리를 해야 한다. 예상된 바와 같이 굴의 중장선에 식중독 바이러스가 농축된 경우에는 초고압 처리에도 식중독 바이러스의 생존성 감소가 적게 관찰되었다. 이는 식품 내부의 오염인지, 외부의 오염인지 여부에 따라 그 처리 시간과 처리 강도가 달라진다는 것을 보여준다.

정화과정(depuration)은 오존이나 자외선처리를 한 깨끗한 바닷물에 패류를 넣어 오염물질을 제거하는 과정이다. 패류 자체는 깨끗한 물에서 박테리아나 이물질 등을 제거하는 자정 활동을 한다. 그러나 몇몇 연구결과에서는 이러한 정화활동에도 불구하고 바이러스가 효과적으로 제거되지 않는다고 알려져 있고, 미생물의 제거가 바이러스의 감소와는 상관관계가 없는 것으로 알려졌다. 이러한 예로 호주에서 36시간 동안 깨끗한 물에서 정화시킨 굴을 먹고도 HAV에 감염된 사례가 있었다. 따라서 어패류를 정화한 후에 초고압처리를 하거나, 살균 후에 냉동을 하는 방법이 병합 제어 기술로 제시되었다.

그러나 현재까지 알려진 제어기술들을 사용한다하더라도 식품에 오염된 바이러스 입자를 완전히 제거 하지는 못한다. 특히 노로바이러스의 경우 세포배양 기술이 확립되어 있지 않아 기존에 개발된 식품위해인자 제어기술에 대한 노로바이러스 생존성 평가를 정확히 수행하는 것이 불가능하다. 그러므로 수산식품의 섭취는 충분한 가열조리를 하여 섭취하고, 조리되지 않은 수산식품의 섭취는 자제하는 것이 중요하다.

4. 결론

국내에서는 약 10년 전부터 식중독바이러스로 인한 산발적 또는 집단 식중독 사례가 수차례 보고됨에 따라 이에 대응하기 위하여 감시체계를 세워 유행의 조기차단과 검출을 하는 데에 초점이 맞추어져 있었다. 장관계 바이러스는 그 전파경로가 주로 분변, 사람 간 접촉에 의하여 이루어지며, 자연계로 쉽게 퍼진다. 따라서 식품 내 바이러스의 오염 가

표 7. 식중독 바이러스 불활성화를 위한 열처리, 초고압처리, 방사선 조사의 효과 (Baert et al., 2009)

virus		처리방법	식품, Matrix	Log^{10} reduction	참고문헌
heat treatment					
Reoviridae	Rotavirus	60℃, 10min	Cell culture medium	7	(52)
Picornaviridae	HAV	60°C, 10min; 80°C, 3min	4ml virus suspension	>4.6; >4.6	(47)
		60°C, 10min; 80°C, 3min	4ml shellfish homogenate	2; 2	
	Poliovirus	Steaming 30min	Oysters	2	(53)
Caliciviridae	FCV, CaCV	71.3°C, 1min	Cell culture medium	3	(54)
		37°C, 24h; 56°C, 8min	Cell culture medium	3; 3	
	FCV	0.5min immersion of 6−8 cockles in boiling water	Cockles	1.7	(55)
		56°C, 3min; 56°C, 60min	Cell culture medium	0; 7.5	(56)
		70°C, 1min; 3min; 5min	Cell culture medium	3;6.5;7.5	
	Boiling	1min	Cell culture medium	7.5	
		70°C, 1.5min	Cell culture medium	6	(57)
	FCV	63°C, 0.41min; 72°C, 0.12min	Cell culture medium	1; 1	(58)
	MNV-1	63°C, 0.44min; 72°C, 0.17min	Cell culture medium	1; 1	(58)
		80°C, 2.5min	Cell culture medium	6.5	(59)
High hydrostatic pressure processing					
Reoviridae	Rotavirus	300 MPa, 25 °C, 2 min	Cell culture medium	8	(60)
Picornaviridae	HAV	450MPa, ambient temp, 5min	Cell culture medium	> 6	(61)
		400MPa, ambient temp,10min	Cell culture medium	> 2	(62)
		400MPa, 9°C, 1min	Oysters	3	(63)
	Poliovirus	600MPa, ambient temp, 5min	Cell culture medium	0	(64)
		600MPa, 20°C, 60min	Cell culture medium	0	(65)
		600MPa, ambient temp, 5min	Cell culture medium	0	(62)
Caliciviridae	FCV	275MPa, ambient temp, 5min	Cell culture medium	> 6	(61)
		200MPa, -10°C or 20°C, 4min	Cell culture medium	5 or 0.3	(66)
		300MPa, ambient temp, 3min	Cell culture medium	5	(62)
	MNV-1	400MPa, 5°C, 5min	Oyster tissue	4	(67)
		450MPa, 20°C, 5min	Cell culture medium	6.85	(67)
Irradiation					
Reoviridae	Rotavirus	2.4 kGy	Oysters; clams	1; 1	(68)
Picornaviridae	HAV	2.0 kGy	Oysters; clams	1; 1	(68)
Calicivir5idae	FCV	UV dose: 12mWs/cm2; 200Gy	Virus suspension	3; 1.6	(69)
Chilling					
Picornaviridae	HAV	4°C, 4weeks	marinated mussels	1.7	(70)
Caliciviridae	FCV	4°C, 1weeks	marinated mussels	7	(70)

능성이 높으며, 이에 따른 식중독 발생과 2차 감염 위험이 뒤따른다. 국외에서는 수산물로 인한 식중독바이러스 감염 사례가 수차례 보고되었고, 어패류를 날 것으로 먹거나 적절히 익혀서 섭취하지 않았을 경우 식중독 발생의 위험요소가 될

수 있다는 것을 시사해주고 있다. 국내에서도 몇 차례 수산물 섭취로 인한 식중독바이러스 감염 사례가 있었지만 수산물에서의 식중독 바이러스 검출과 제어법 개발이 미흡한 실정이다. 그러므로 본 연구팀은 식품의약품안전청에서 주관하는 연구사업의 일환으로 국내 수산식품의 식중독 바이러스 오염도를 확인하고 식중독 바이러스에 대한 제어법을 개발하고자 한다.

5. 감사의 글

본 연구는 식품의약품안전청의 2012년 용역연구사업의 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다(12162 식품안012).

참고 문헌

1. Lee, J.H., Lee, J.H., Kim M.S., Park S.G., 2009, Analysis of foodborne disease outbreaks for improvement of food safety programs in Seoul, Republic of Korea, from 2002 to 2006. J Environ Health. 71:51-55.
2. Mead, P. S., Slutsker, L., Dietz, V., McCaig, L. F., Bresee, J. S., Shapiro, C., Griffin, P. M., and Tauxe, R.V., 1999, Food-related illness and death in the United States. Emerg. Infect. Dis. 5:607-625.
3. Lipp, E.K., Rose, J.B., 1997, The role of seafood in foodborne diseases in the United States of America. Rev Sci Tech. 16:620-640.
4. Kim, S.H., Cheon, D.S., Kim, J.H., Lee, D.H., Jheong, W.H., Heo, Y.J., Chung H.M., Jee, Y., and Lee, J.S., 2005. Outbreaks of gastroenteritis that occurred during school excursions in Korea were associated with several waterborne strains of norovirus. J. Clin. Microbiol. 43:4836-4839.
5. Mounts, A.W., Ando, T., Koopmans, M., Bresee, J.S., Noel, J. and Glass, R.I., 2000, Cold weather seasonality of gastroenteritis associated with Norwalk-like viruses. J. Infect. Dis. 181:S284-S287.
6. Wheeler, J., Sethi, D., Cowden, J., Wall, P., Rodrigues, L., Tompkins, D., Hudson, M., and Roderick, P., 1999, Study of intestinal disease in England: rates in the community, presenting to general practice, and reported to national surveillance. Br. Med. J. 318:1046 – 1050.
7. Cliver, D.O., 1997, Virus transmission via food. World Health Stat Q. 50:90-101.
8. Richards, G. P., 1985, Outbreaks of shellfish-associated enteric viruses illness in the United States: requisite for development of viral guidelines. J. Food Prot. 48:815 – 823.
9. Hernandez, F., Monge, R., Jimenez, C., and Taylor, L., 1997, Rotavirus and hepatitis A virus in market lettuce (Latuca sativa) in Costa Rica. Int. J. Food Microbiol. 37:221 – 223
10. Reid, T. M. S., and Robinson, H. G., 1987, Frozen raspberries and hepatitis A. Epidemiol. Infect. 98:109 – 112.
11. Gail E. Greening, Human and Animal Viruses in Food (Including Taxonomy of Enteric Viruses), Food Microbiology and Food Safety, 2006, 5-42
12. Rosenblum, L.S., Mirkin, I.R., Allen, D.T., Safford, S., and Halder, S.C., 1990, A multifocal outbreak of hepatitis A traced to commercially distributed lettuce. Am. J. Public Health. 80:1075 – 1079.
13. Glass, R.I., and Kilgore, P.E., 1997, Etiology of acute viral gastroenteritis, in: diarrheal disease, vol. 38 (M. Gracey and J. A. Walker-Smith, eds.), Vevey/Lippincott-Raven, Philadelphia, pp. 39-53
14. Sattar, S.A., Springthorpe, V.S., and Tetro, J.A., 2001, rotavirus, in: Foodborne Disease Handbook, Viruses, Parasites, Pathogens, and HACCP, 2nd ed., vol. 2 (Y. H. Hui, S. A. Sattar, K. D. Murrell, W.-K. Nip. and P. S. Stanfield, eds.) Marcel Dekker, New York, pp. 99-126.
15. Sattar, S.A., and Tetro, J.A., 2001, Other foodborne viruses, in: Foodborne Disease Handbook; Viruses, Parasites, Pathogens, and HACCP, 2nd ed., vol. 2 (Y. H. Hui, S. A. Sattar, K. D. Murrell, W.-K. Nip. and P. S. Stanfield, eds.) Marcel Dekker, New York, pp. 127-136.
16. Koopmans, M., Duizer, E., 2004, Foodborne viruses: an emerging problem. Int J Food Microbiol. 90:23-41.
17. 지영미. 2006. 바이러스성 식중독의 특성 및 예방법. 질병관리본부 국립보건연구원.
18. Moon, A., Hwang, I.G., and Choi, W.S., 2011, Prevalence of noroviruses in oysters in Korea. Food Sci Biotechnol. 20;1151-1154
19. 식품의약품안전청 식중독통계시스템. 2002~2011년 연도/원인균별 식중독 발생현황.
20. 임현술. 2006. 감염성 수인성/식품매개질환의 발생 원인. 동국의대 예방의학교실
21. 이태희, 김선문, 이기세, 임의혁, 허규찬, 최용우, 강영우. 2006. 대전 서부와 인근 충남지역에서 발생한 급성 A형 간염의 임상양상: 단일기관 경험. 건양대학교 의과대학 내과학교실
22. 지영미. 2006. 노로바이러스 식중독의 국내 발생 및 실험실 감시 현황. 국립보건원 간염, 폴리오바이러스 팀장
23. 역학조사 결과보고서. 2012년 3월 충남 논산시 소재 한 학교의 음용수에서 발생한 로타바이러스감염증 집단발생. 질병관리본부 홈페이지
24. CDC Technical Fact Sheet about Noroviruses
25. Murphy, A.M., Grohmann, G.S., Christopher, P.J., Lopez,

W.A., Davey, G.R., Millsom, R.H., An Australia-wide outbreak of gastroenteritis from oysters caused by Norwalk virus. 1979, Med J Aust. 2:329-333.
26. Dowell S.F., Groves C., Kirkland K.B., Cicirello H.G., Ando T., Jin Q., Gentsch J.R., Monroe S.S., Humphrey C.D., Slemp C., 1995, A multistate outbreak of oyster-associated gastroenteritis: implications for interstate tracing of contaminated shellfish. J Infect Dis. 171:1497-1503.
27. Christensen, B.F., Lees, D., Henshilwood, K., Bjergskov, T., and Green, J., 1998, Human enteric viruses in oysters causing a large outbreak of human food borne infection in 1996/97. J. Shellfish Res. 17:1633-1635
28. Webby R.J., Carville K.S., Kirk M.D., Greening G., Ratcliff R.M., Crerar S.K., Dempsey K., Sarna M., Stafford R., Patel M., Hall G., 2007, Internationally distributed frozen oyster meat causing multiple outbreaks of norovirus infection in Australia. Clin Infect Dis. 44:1026-1031.
29. Le Guyader F.S., Bon F., DeMedici D., Parnaudeau S., Bertone A., Crudeli S., Doyle A., Zidane M., Suffredini E., Kohli E., Maddalo F., Monini M., Gallay A., Pommepuy M., Pothier P., Ruggeri F.M., 2006. Detection of multiple noroviruses associated with an international gastroenteritis outbreak linked to oyster consumption. J Clin Microbiol. 44:3878-3882.
30. Simmons G., Garbutt C., Hewitt J., Greening G.. 2007. A New Zealand outbreak of norovirus gastroenteritis linked to the consumption of imported raw Korean oysters. N Z Med J. 120:U2773.
31. Halliday, M.L., Kang, L.Y., Zhou, T.K., Hu, M.D., Pan, Q.C., Fu, T.Y., Huang, Y.S., Hu, S.L., 1991, An epidemic of hepatitis A attributable to the ingestion of raw clams in Shanghai, China. J Infect Dis. 164:852-859.
32. Desenclos J.C., Klontz K.C., Wilder M.H., Nainan O.V., Margolis H.S., Gunn, R.A., 1991, A multistate outbreak of hepatitis A caused by the consumption of raw oysters. Am J Public Health. 81:1268-1272.
33. Malfait, P., Lopalco, P.L., Salmaso, S., Germinario, C, Salamina, G., Quarto, M. & Barbuti, S. 1996, An outbreak of hepatitis A in Puglia, Italy, 1996. EuroSurveillance, 1: 33-35.
34. Conaty, S., Bird, P., Bell, G., Kraa, E., Grohmann, G., and McAnulty, J., 2000, Hepatitis A in New South Wales, Australia from consumption of oysters: the first reported outbreak. Epidemiol. Infect. 124:121 – 130.
35. Coelho C., Heinert A.P, Simões C.M., Barardi C.R., 2003, Hepatitis A virus detection in oysters (Crassostrea gigas) in Santa Catarina State, Brazil, by reverse transcription-polymerase chain reaction. J Food Prot. 66:507-511.
36. Croci, L., De Medici D., Scalfaro, C., Fiore, A., Divizia, M., Donia, D., Cosentino, A.M., Moretti, P., Costantini, G., 2000. Determination of enteroviruses, hepatitis A virus, bacteriophages and Escherichia coli in Adriatic Sea mussels. J Appl Microbiol. 88:293-298.
37. Bosch, A., Sánchez, G., Le Guyader, F., Vanaclocha, H., Haugarreau, L., Pintó R.M., 2001, Human enteric viruses in Coquina clams associated with a large hepatitis A outbreak. Water Sci Technol. 43:61-65.
38. Formiga-Cruz, M., Tofiño-Quesada, G., Bofill-Mas, S., Lees, D.N., Henshilwood, K., Allard, A.K., Conden-Hansson, A.C., Hernroth, B.E., Vantarakis, A., Tsibouxi, A., Papapetropoulou, M., Furones, M.D., Girones, R., 2002, Distribution of human virus contamination in shellfish from different growing areas in Greece, Spain, Sweden, and the United Kingdom. Appl Environ Microbiol. 68: 5990-5998.
39. Nishida, T., Kimura, H., Saitoh, M., Shinohara, M., Kato, M., Fukuda, S., Munemura, T., Mikami, T., Kawamoto, A., Akiyama, M., Kato, Y., Nishi, K., Kozawa, K., Nishio, O. 2003, Detection, quantitation, and phylogenetic analysis of noroviruses in Japanese oysters. Appl Environ Microbiol. 69: 5782-5786.
40. Namsai, A., Louisirirotchanakul, S., Wongchinda, N., Siripanyaphinyo, U., Virulhakul, P., Puthavathana, P., Myint, K.S., Gannarong, M., Ittapong, R. 2011, Surveillance of hepatitis A and E viruses contamination in shellfish in Thailand. Lett Appl Microbiol. 53: 608-613.
41. Hansman, G.S., Oka, T., Li, T.C., Nishio, O., Noda, M., Takeda, N., 2008, Detection of Human Enteric Viruses in Japanese Clams. J Food Prot. 71:1689-1695.
42. Vilariño, M.L., Le Guyader, F.S., Polo, D., Schaeffer, J., Kröl, J., Romalde, J.L., 2009, Assessment of human enteric viruses in cultured and wild bivalve molluscs. Int Microbiol. 12:145-151.
43. Wang, D., Wu, Q., Yao, L., Wei, M., Kou, X., Zhang, J., 2008, New target tissue for food-borne virus detection in oysters. Lett Appl Microbiol. 47:405-409.
44. Suffredini, E., Pepe, T., Ventrone, I., Croci, L., 2011, Norovirus detection in shellfish using two Real-Time RT-PCR methods. New Microbiol. 34: 9-16.
45. Baert, L., Debevere, J., Uyttendaele, M., 2009, The efficacy of preservation methods to inactivate foodborne viruses. Int J Food Microbiol. 131:83-94.
46. Richards, G.P., McLeod, C. and Le Guyader, F.S., 2010, Processing strategies to inactivate enteric viruses in shellfish. Food Environ Virol. 2:183-193.
47. Croci, L., Ciccozzi, M., DeMedici, D., Di Pasquale, S., Fiore, A.,Mele, A., Toti, L., 1999, Inactivation of hepatitis Avirus in heat-treated mussels. J Appl Microbiol. 87: 884 – 888.
48. Kingsley, D.H., Calci, K., Holliman, S., Dancho, B., and Flick, G., 2009, High pressure inactivation of HAV within oysters: comparison of shucked oysters with whole-in-shell meats. Food Environ Virol. 1: 137-140.
49. Richards, G.P., 1988, Microbial purification of shellfish: a review of depuration and relaying. J Food Prot, 51:218-251.
50. Son, N.T., Fleet, G.H., 1980, Behavior of pathogenic bacteria in the oyster, Crassostrea-Commercialis, during depuration, re-

laying, and storage. Appl Environ Microbiol. 40: 994 – 1002.
51. Lees, D., 2000, Viruses and bivalve shellfish, Int. J. Food Microbiol. 59:81 – 116.
52. Mahony, J.O., Donoghue, M.O., Morgan, J.G., Hill, C., 2000, Rotavirus survival and stability in foods as determined by an optimised plaque assay procedure. Int J Food Microbiol. 61: 177 – 185.
53. Di Girolamo, R., Liston, J., Matches, J.R., 1970, Survival of virus in chilled, frozen, and processed oysters. J Appl Microbiol. 20: 58 – 63.
54. Duizer, E., Bijkerk, P., Rockx, B., de Groot, A., Twisk, F., Koopmans, M., 2004. Inactivation of caliciviruses. Appl Environ Microbiol. 70: 4538 – 4543.
55. Slomka, M.J., Appleton, H., 1998, Feline calicivirus as a model system for heat inactivation studies of small round structured viruses in shellfish. Epidemiol Infect. 121: 401 – 407.
56. Doultree, J.C., Druce, J.D., Birch, C.J., Bowden, D.S., Marshall, J.A., 1999, Inactivation of feline calicivirus, a Norwalk virus surrogate. J Hosp Infect. 41: 51 – 57.
57. Buckow, R., Isbarn, S., Knorr, D., Heinz, V., Lehmacher, A., 2008, Predictive model for inactivation of feline Calicivirus, a norovirus surrogate, by heat and high hydrostatic pressure. Appl Environ Microbiol. 74: 1030 – 1038.
58. Cannon, J.L., Papafragkou, E., Park, G.W., Osborne, J., Jaykus, L.A., Vinje, J., 2006, Surrogates for the study of norovirus stability and inactivation in the environment: a comparison of murine norovirus and feline calicivirus. J Food Prot. 69: 2761 – 2765.
59. Baert, L.,Wobus, C.E., Van Coillie, E., Thackray, L.B., Debevere, J., Uyttendaele, M., 2008c, Detection of murine norovirus 1 by using plaque assay, transfection assay, and realtime reverse transcription-PCR before and after heat exposure. Appl Environ Microbiol. 74: 543 – 546.
60. Khadre, M.A., Yousef, A.E., 2002, Susceptibility of human rotavirus to ozone, high pressure, and pulsed electric field. J Food Prot. 65: 1441 – 1446.
61. Kingsley, D.H., Hoover, D.G., Papafragkou, E., Richards, G.P., 2002, Inactivation of hepatitis A virus and a calicivirus by high hydrostatic pressure. J Food Prot. 65: 1605 – 1609.
62. Grove, S.F., Forsyth, S.,Wan, J., Coventry, J., Cole,M., Stewart, C.M., Lewis, T., Ross, T., Lee, A., 2008, Inactivation of hepatitis A virus, poliovirus and a norovirus surrogate by high pressure processing. Innovative Food Science & Emerging Technologies. 9: 206 – 210.
63. Calci, K.R., Meade, G.K., Tezloff, R.C., Kingsley, D.H., 2005, High-pressure inactivation of hepatitis A virus within oysters. Appl Environ Microbiol. 71: 339 – 343.
64. Kingsley, D.H., Chen, H.Q., Hoover, D.G., 2004, Inactivation of selected picornaviruses by high hydrostatic pressure. Virus Research. 102: 221 – 224.
65. Wilkinson, N., Kurdziel, A.S., Langton, S., Needs, E., Cook, N., 2001, Resistance of poliovirus to inactivation by high hydrostatic pressures. Innovative Food Science & Emerging Technologies. 2: 95 – 98.
66. Chen, H.Q., Hoover, D.G., Kingsley, D.H., 2005, Temperature and treatment time influence high hydrostatic pressure inactivation of feline calicivirus, a norovirus surrogate. J Food Prot. 68: 2389 – 2394.
67. Kingsley, D.H., Hollinian, D.R., Calci, K.R., Chen, H.Q., Flick, G.J., 2007, Inactivation of a norovirus by high-pressure processing. Appl Environ Microbiol. 73: 581 – 585.
68. Mallett, J.C., Beghian, L.E., Metcalf, T.G., Kaylor, J.D., 1991, Potential of irradiation technology for improved shellfish sanitation. J Food Safety 11: 231 – 245.
69. De Roda Husman, A.M.D., Bijkerk, P., Lodder, W., van den Berg, H., Pribil, W., Cabaj, A., Gehringer, P., Sommer, R., Duizer, E., 2004, Calicivirus inactivation by nonionizing (253.7-nanometer-wavelength [UV]) and ionizing (Gamma) radiation. Appl Environ Microbiol. 70: 5089 – 5093.
70. Hewitt, J., Greening, G.E., 2004, Survival and persistence of norovirus, hepatitis Avirus, and feline calicivirus in marinated mussels. J Food Prot. 67: 1743 – 1750.