마비성패류독

Paralytic shellfish poison

신일식*

Il-Shik Shin*

강릉원주대학교 해양식품공학과

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

우리나라에서 패류의 생산량은 매년 증가되어 그 생산량은 2012년 현재 약 72만 톤에 달하고 있어(1) 이제 패류는 국민의 단백질 공급은 물론 수출 수산물로서도 각광을 받고 있다. 그러나 각종 공장 및 인구의 증가로 인하여 연안 해수의 오염도는 증가일로에 있으며 최근에는 남해안뿐만 아니라 동해안까지도 적조현상이 일어나 패류독화에도 많은 영향을 미칠 것으로 추정된다.

수산식품에서 문제가 되고 있는 패류독에는 마비성패류독(Paralytic shellfish poison, PSP), 설사성패류독(Diarrhetic shellfish poison, DSP), 기억상실성패류독(Amnesic shellfish poison, ASP), 신경성패류독(Neurotoxic shellfish poison, DSP), venerupin 및 tetramin 등이 있다(표 1). 이 중 우리나라에서 수산업과 공중위생상 가장 문제가 되는 패류독은 주로 마비성패류독이다.

표 1. 패류독의 종류

종류	원 인 패 류	독소성분	독소 생성원	한국에서의 발생
마비성패류독	진주담치, 굴, 가리비, 바지락	Saxitoxin Gonyautoxin	플랑크톤(와편모조류)	전해안 (남해안)
설사성패류독	〃	Dinophysistoxin Pectenotoxin 등	〃	전해안
기억상실성패류독	〃	Domoic acid	규조류	보고 없음 (조사 중)
신경성패류독	〃	Brevetoxin	〃	보고 없음 (조사 중)
Venerupin	모시조개	Venerupin	와편모조류	1974년 이후 보고 없음
Tetramine	조각매물고둥, 소라고둥	Tetramine	타액선의 4급 아민	간헐적 보고
수랑독	육식성 권패, 수랑	Neosurugatoxin Prosurugatoxin	Coryneform 세균(?)	보고 없음

*Corresponding author:Il-Shik Shin
Department of Marine Food Science and Technology, Gangneung-Wonju National University,
7, Jukheon-gil, Gangneung-si, Gangwon-do, 210-702, Korea
Tel: +82-33-640-2346 E-mail: shinis@gwnu.ac.kr

1. 정의

마비성패류독에 의한 중독은 와편모조류의 일종인 *Alexandrium* sp., *Gymnodinium* sp., *Pyrodinium* sp. 등의 해양 식물성 유독 플랑크톤이 생산한 독소를 이매패류가 축적하고 그 패류를 섭취함으로서 일어나는 식중독이다.

이 독에 중독되었을 때는 마비 증세를 나타내므로 마비성패류독이라 하였으며, 패류에는 별다른 해가 없으나 사람이 독화된 패류를 섭취하는 경우에는 중독이 되고 심하면 사망하기도 한다.

2. 역사

마비성패류독은 북미대륙 인디언들 사이에서는 옛날부터 잘 알려져 왔으며, 1700년대의 개척시대에도 기록되어 있다(2). PSP에 의한 중독사고는 1790년 알류션열도의 사냥꾼들이 Alaska의 Sitka 부근에서 홍합(California mussel, *Mytilus californianus*)을 먹고 100명이 2시간이내에 죽은 것이 최초의 보고이었고 그 후, 미국, 캐나다의 대서양과 태평양연안, 그리고 일본 각지에서 발생하였으며 미국의 경우 1930년부터 1954년 사이에 California 주에서만 373명이 중독되어 30명이 사망하였으며, 이웃 일본에서도 1948년부터 1979년 사이에 93명이 중독되어 3명이 사망한 바 있다(3). 본격적인 연구의 개시는 Sommer와 Meyer(4)가 독소의 정량법을 개발한 1930년대 이후부터이다.

3. 마비성패류독의 독소성분 및 독력

마비성패류독은 그 독력이 *Clostridium botulinum* type A의 독력에는 미치지 못하나 저분자독 중에서는 복어독에 필적하며 청산나트리움(NaCN)의 1,000배에 달하는 강력한 독소로 알려져 있다(표 2, 5).

Schantz et al.(6)은 Alaska butter clam, *Saxidomus giganteus*의 수관부로부터 마비성패류독을 분리, 정제하고 이어서 1966년 *Gonyaulax catenella*로부터 같은 독소를 분리, 정제하여 마비성패류독에 의한 패류의 독화가 먹이 연쇄에 의하여 일어난다는 것을 입증하였으며 이 패류의 학명을 따서 Saxitoxin이라고 처음 명명하였다. 그러나 그 후 Shimizu et al.(7)과 Oshima et al.(8)의 연구에 의하여 마비성패류독에는 여러 종류의 성분이 존재한다는 것이 밝혀졌으며 현재에는 Saxitoxin(STX) group (STX, neoSTX), Gonyautoxin(GTX) group (GTX1, 2, 3, 4), N-sulfocarbamoyl toxin group (GTX5, 6, C1, 2, 3, 4), decarbamoyl toxin group (dcSTX, dcneoSTX, dcGTX1, 2, 3, 4), deoxydecarbamoyl toxin

표 2. 마비성패독의 독력

Toxin	LD_{50}	Source	Molecular weight
Botulinus toxin	0.00003	Bacteria	900,000
Tetanus toxin	0.0001	Bacteria	100,000
Diphtheria toxin	0.3	Bacteria	72,000
Palytoxin	0.6	Filefish, Zoanthid crab	2,677
PST			
Saxitoxin	5~10	*Alexandrium* sp. Bivalves	372
Gonyautoxin-2	12	*Alexandrium* sp. Bivalves	508
Tetrodotoxin	7	Puffers, Newts, Frogs, Starfishes	319
NaCN	10,000		49

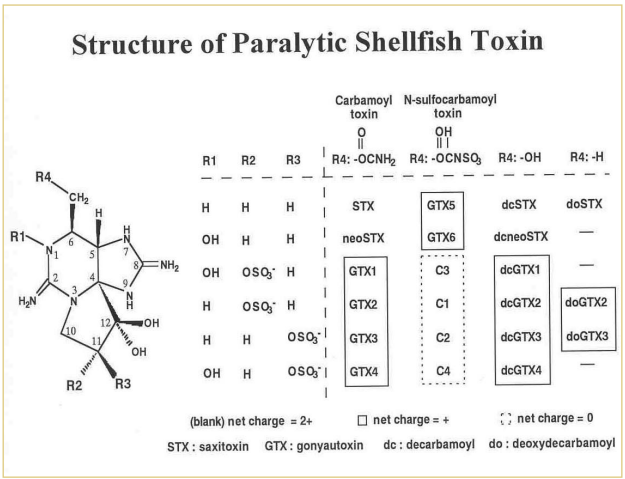

그림 1. 마비성패류독의 독소성분.

표 3. 마비성패류독의 비독성

Toxin	Relative toxicity
STX	1
neoSTX	0.5-1.1
GTX 2/3*	0.39/1.09-0.48a) /0.76
GTX 1/4*	0.80/0.33-0.9/0.9
dsSTX	0.43
dcneoSTX	0.43
C1 to C4	<0.01-0.14
dcGNTX 1 to dcGNTX4	0.18-0.45

*a=α/β epimeric mixture

group(doSTX, doGTX2, 3) 등 20 종류 이상이 알려져 있다 (그림 1, 9). 각각의 독소성분의 비독성은 표 3과 같다.

4. 역학

1) 중독경로

마비성패류독에 의한 식중독 경로는 PSP 원인 플랑크톤을 섭취하는 1차 포식자로는 이매패, 게, 원생동물, 연체동물, 절족동물 등이 있으며 고차 포식자로는 육식성 권패, 혹은 어류, 조류가 있고 최종적으로 사람이 이들을 섭취하여 중독되고 심하면 사망하기도 한다(그림 2). 그러나 일본이나 미국의 경우 대부분의 식중독은 마비성패류독에 의하여 독화된 이매패의 섭취에 의해 일어나며 우리나라도 진주담치에 의한 식중독 사고가 보고된 바 있다.

2) 증상

마비성패류독에 의한 식중독의 증상은 표 4와 같다. 경증인 경우는 식후 5~30분만에 입술 주위의 마비증세가 나타나고 점차로 얼굴과 목으로 퍼지며 손끝과 발끝도 따끔거리며 두통, 메스꺼움도 동반한다. 중증인 경우에는 언어장해와 팔, 다리의 마비, 가벼운 호흡곤란의 증세와 맥박이 빨라진다. 증상이 더 심해지면 근육마비와 격심한 호흡곤란으로 사망한다. 통상 12시간 이내에 사망하고 이 위기를 넘기면 회복하는 경우가 많다.

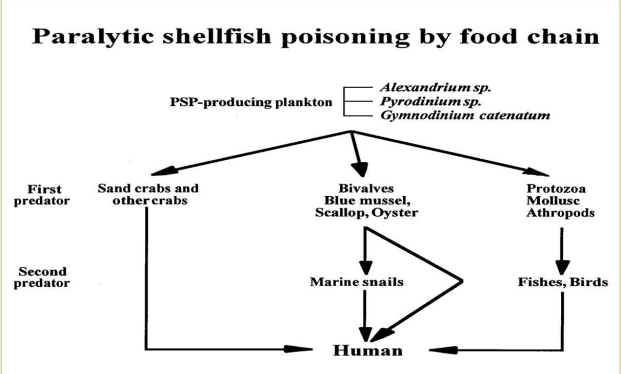

그림 2. 마비성패류독의 중독경로.

표 3. 마비성패류독에 의한 식중독의 증상

증 상	정 도	
입술 주위가 따끔거리고 마비가 됨 위의 증상이 얼굴과 목으로 전이 손끝과 발끝이 따끔거림. 두통, 메스꺼움, 구토	경증	
발성곤란, 따끔거리는 증상이 팔과 다리로 전이 입술을 움직일 수가 없음 가벼운 호흡곤란	중증	극심한 증상
근육마비 심한 호흡곤란 및 질식		

환자의 마비증상은 독소가 신경세포의 Na^+ channel에 선택적으로 흡착하고, 세포내로의 Na^+의 유입을 차단하기 때문에 나타나며 복어독 중독기구와 유사하다. Halstead(2)에 의하면 마비성패류독에 의한 중독에는 특별한 해독제가 없으며 위장세척보다는 apomorpine의 투여가 효과적이라고 한다. 또 호흡곤란 증세가 있으면 인공호흡도 유력한 방법이며 약물요법으로는 DL-amphetamine, ephinephrine, ephardrine 등이 효과적이며, alcohol은 마비성패류독의 장내흡수를 촉진시키므로 음주는 위험하다. 일반적인 방법으로는 더운물을 마시면 구토제로서의 역할뿐 만 아니라 이뇨작용에 의한 마비성패류독의 배출을 촉진시키는 효과가 있다.

3) 치사량

마비성패류독의 독력은 생물시험을 통하여 측정하며 1 mouse unit(MU)는 20g의 mouse를 15분만에 사망시키는 독력으로 규정하고 있다(10). 독력을 나타낼 때 일본에서는 이 MU 단위를 그대로 사용하고 있고 미국, 캐나다 및 우리나라에서는 실험동물 1MU에 상당하는 독소량인 conversion factor value(CF value, 1MU는 saxitoxin으로 약 0.18~0.22에 상당)를 곱하여 ㎍/100g으로 표기한다.

사람의 중독량은 성별, 연령, 거주지에 따라 다소 차이가 있는데 Medcof 등(11)은 마비성패류독 상습 출현지역의 거주자가 비거주자보다 마비성패독류에 대한 내성이 다소 강하다고 보고하였으며 Bond와 Modcof(12)는 어른보다 어린이가, 남성보다는 여성이 마비성패류독에 더 민감하여, 남자의 경우 여자의 1~1.5배를 먹어도 거의 같은 정도의 증상이 나타난다고 하였다. 사람의 경구치사량은 약 3,000~6,000 MU (600~1200㎍)으로 추정하고 있다.

4) 독화 원인생물

마비성패류독을 생산하는 플랑크톤은 대부분 와편모조류에 속하는 *Alexandrium* sp.와 *Pyrodinium* sp. 등이다(표 5). 예전에 사용된 마비성패류독 관련 *Gonyaulax* sp.는 Taylor(13)에 의하여 *Protogonyaulax* sp.으로 개명되었으며 현재는 Balech(14)에 의하여 *Alexandrium* sp.로 개명 사용되고 있다.

온대 해역에서는 Sommer와 Meyer(4)가 홍합에서 *Gonyaulax catenella*를 분리 동정한 이래, Koch(15), Medcof 등(11) 및 Prakash와 Taylor(16)가 각각 *G. phoneus, G. tamarensis, G. acatenella*를 분리 동정하였으며 열대 해역에서는 Harada 등 (17)과 Kotaki 등(18)이 각각 *Pyrodinium bahamense* var *compressa*와 *Jania* sp.의 홍조류를 분리 동정한 바 있다. 우리나라에서는 주로 *Alexandrium tamarense*가 출현하고 있고 *Gymnodinium catenatum*도 발견되고 있다. 따라서 패류의 독성은 이들 플랑크톤의 밀도와 상당히 밀접한 관계가 있는데 원인 플랑크톤의 밀도가 높아지면 패류의 독성도 높아진다는 것이 정설로 되어 있으나, 원인 플랑크톤의 수와 패류의 독성이 항상 일치하지 않는다는 연구보고도 있다. 그래서 Kodama 등(1989)은 마비성패류독의 1차 생성원이 플랑크톤이 아니라 플랑크톤의 세포내에 존재하는 세균이라고 보고한 바 있으나 아직 널리 인정받지 못하고 있다.

표 5. 마비성패류독 원인플랑크톤

플랑크톤 종	발 생 지 역
Alexandriumtamarense	한국, 북미(대서양 연안), 북유럽, 일본
A. catenella	한국, 북미 태평안 연안(알래스카-캘리포니아), 베네주엘라, 일본
A. acatenella	북미(대서양 연안)
A. fundyense	북미(대서양 연안)
A. minutum	유럽, 호주(남부), 뉴질랜드 및 대만
A. ostenfeldi	북유럽, 캐나다 등
A. phoneus	북해
A. tamiyavanichi	태국, 일본 남부
Gymnodiniumcatenatum	한국, 호주, 일본, 베네주엘라
Pyrodinium bahamense	브루나이, 파푸아뉴기니아
P. bahamensevarcompressa	파라오 제도, 인도양 및 태평양 열대 해역
Anabaenacircinalis	호주(담수호)
Aphanizomenonflos-aquae	북미(담수호)
Cylindrospermopsisraciborskii	브라질(담수호)
Lyngbyawollei	북미(담수호)

5. 국외 현황

지금까지 마비성패류독이 주로 검출된 해역은 우리나라, 일본, 북미대륙 태평양 · 대서양연안, 영국, 노르웨이, 덴마크 등의 북해연안, 스페인, 포르투칼의 대서양연안으로 비교적 위도가 높은 지역에 집중되어 있다(2). 그러나, 근년 보르네오, 뉴우기니아, 필리핀(19), 타이(20), 대만(21), 싱가포르(22), 인도(19), 멕시코(23) 등의 열대, 아열대지역, 아르헨티나(24), 오스트레일리아(25) 등 남반구에서도 검출되고 있어 거의 전 세계적인 분포를 보여주고 있다.

표 6. 국내의 마비성패류독 식중독사고

발생연월	발생지역	원인패류	중독자 (명)	사망자 (명)
1982년 5월	경남 함안, 충북 제천, 충남	진주담치	50	0
1984. 05. 17	전남 목포	진주담치	6	1
1986. 03. 29	부산 구평동	진주담치	25	2
1996. 05. 14	경남 거제	진주담치	3	2
1996. 5월 중순	부산 다대포	진주담치	3	0
1998. 05. 1-3	경남 거제	진주담치	7	0
연도미상 (2000 혹은 20001년 추정)	충남 서해안	진주담치	8	0
계			102	5

6. 국내 현황

1) 중독 사례

우리나라에서 공식적으로 보고된 중독사고는 표 6과 같이 7건으로, 환자수는 사망자 5명을 포함한 102명이다. 1982년 경남 함안, 충북 제천, 충남 등지에서 50여명이 중독되었으나 다행히 사망자는 없었으며, 1984년 전남 목포에서 일가족 6명 중독, 1명 사망한 바 있고, 1986년 부산 구평동에서 폐선 밑바닥에 붙어 있는 진주담치(Blue mussel, *Mytilus edulis*)를 먹고 25명이 중독 되어 2명이 사망한 바 있으며(26), 1996년에는 거제도 외포리에서 방파제에 붙어 있는 진주담치를 끓여 먹고 2명이 사망하고, 1명이 의식불명에 이른 사고가 발생한 바 있다(27). 중독사건은 모두 5월에 발생하였으며, 원인패류도 진주담치였다. 공식적으로 보고된 사고는 4건밖에 없으나 후술하는 마비성패류독의 분포 및 독력을 보면 보고되지 않은 식중독사고는 상당히 많을 것으로 예상된다.

미국에서는 마비성패류독에 의한 중독 사고를 방지하기 위하여 가식부 100g당 마비성패류독 함량이 80㎍이상 되는 해역을 패류 채취 금지구역으로 정하는 등 24시간 감시 체제를 운영하고 있으며 일본에서도 마비성패류독 함량이 g당 4 mouse unit(MU) 이상이면 출하를 규제하고 있다(28). 우리나라의 경우도 식품위생법으로 패류 가식부 100g당 마비성패류독 함량이 80㎍이상 되는 패류는 채취를 금지시키고 있다.

2) 분포

(1) 지역별 분포

우리나라 연안에서 마비성패류독은 주로 경남의 진해만 일원과 거제도 동부 및 부산연안 그리고 목포 및 동해의 일부 지역에서 검출되고 있다. 특히 진해만 일원, 거제 동부 및 부산 연안 지역에서는 기준치(80㎍/100g)를 훨씬 초과하는 독이 검출되기도 하여 각별한 주의가 요망되며, 중독사건도 주로 이 지역에서 생산된 패류와 관련이 있었다. 한편 다행스러운 것은 국립수산진흥원에서 매년 정기적으로 마비성패류독의 모니터링을 실시하여 기준치를 초과하는 해역에 대해서는 채취 금지 등의 조치를 취하고 있어 중독 예방 자료로 활용하고 있다.

표 7. 마비성패류독의 지역별 검출량

구분	독소함량(㎍/100g)					
	2000년	2001년	2002년	2003년	2004년	2005년
부 산	161~748	112~3,990	486 ~1,215	209 ~5,577	42~1,511	36~1,006
거 제	38~1,394	92~862	77 ~751	500~1,259	161~2,751	120~1,117
마 산, 진 해	35~875	138~2,745	69~1,696	385~6,082	255~708	34~1,233
여 수	불검출	불검출	불검출	177~ 260	불검출	불검출

표 8. 마비성패류독의 월별 발생 및 변동실태

연도	구분	최초검출	기준초과	최고검출	기준 미만	소멸
1980~1989	범위(일)	2. 26.~4. 10.	3. 9.~4. 17.	4. 1.~5. 2.	4. 18.~7. 10.	5. 14.~7. 27.
	평균(일)	3월 17일	3월 29일	4월 15일	5월 21일	6월 6일
1990~1999	범위(일)	1. 20~3. 12.	1. 25.~3. 28.	3. 31.~5. 17.	5. 18.~6. 19.	6. 1.~7. 15.
	평균(일)	2월 13일	3월 6일	4월 21일	5월 29일	6월 19일
2000~2005	범위(일)	1. 10~3. 25.	3.1 9.~4. 9.	4. 16.~5. 1.	4. 29.~6. 16.	5. 27.~7. 1.
	평균(일)	2월 13일	3월 30일	4월 22일	5월 22일	6월 6일
Total	범위(일)	1. 10~4. 10.	1. 25.~4. 17.	3. 31.~5. 17.	4. 18.~7. 10.	5. 14.~7. 27.
	평균(일)	2월 25일	3월 20일	4월 19일	5월 25일	6월 11일

(2) 월별 분포

마비성패류독의 월별 분포는 수온과 밀접한 관계가 있는 것으로 알려져 있는데 McFarren 등(29)이 미국의 캘리포니아 중부 해안에서 알라스카까지의 패류독화를 조사한 결과 패류독화 현상이 일어난 지역의 평균 수온은 10~14℃이었으며, Needler(30)는 카나다의 Fundy만에서 표층 수온이 10℃에 달한 이후로는 언제나 *A. tamarense*가 출현하였다고 보고하였으며, 野口(5)는 1975년 이후 일본 전국 각지에서 패류독화 현상이 빈번하게 발생하였을 때의 수온이 4.0~15.4℃이었다고 보고한 바 있다.

우리나라의 경우, 마비성패류독은 2월에서 5월 사이에 집중적으로 검출되어(표 8) 봄철에 패류독화가 심한 것으로 나타났다. 그러나 6월에도마비성패류독이 검출되어 지역별로 차이가 있었으며 같은 지역이라도 연도별로 다소의 차이가 있어 지역별 검출 체제의 확립이 요망된다(31).

(3) 패류별 분포

마비성패류독이 많이 검출되는 패류로는 온대해역에서는 진주담치, 홍합, 가리비, 모시조개, 굴 등 이매패류이며 열대해역에서는 권패, 게 등이 독화된다고 알려져 있다. 우리나라에서는 이매패류 및 권패류 등 10종의 패류에서 마비성패류독의 검출 여부를 조사한 결과 진주담치, 굴, 피조개 등 여과섭식을 하는 이매패류에서 주로 독이 검출되었으며 전복 등 해조식성 (海藻食性) 또는 육식성의 권패류에서는 전혀 검출되지 않았다. 그러나 전복, 소라 등 기타 권패류에서도 검출되고 있고(3) 여과섭이를 하는 우렁쉥이나 미더덕 등의 원색동물에도 마비성패류독이 축적되므로 이들에 대해서도 검토가 있어야 할 것이다. 또 마비성패류독이 검출된 이매패류 중 특히 진주담치의 독소함량이 높은데, 이는 진주담치가 A. *tamarense*와 같은 마비성패류독 원인플랑크톤만을 선택적으로 섭취하는 여과섭이 기구(filter feeding system)가 잘 발달되어 있기 때문이라고 알려져 있다(32).

표 9. 패류 부위별 마비성패류독 함량

패류의 종류	독 성 (㎍/100g)				
	전체육	중장선	아가미	폐각근	수관부
모시조개	540	3,450	1,680	-	<32
대 합	-	4,700	9,450	74	<32
진주담치	1,250	1,740	-	-	<44[a)]
홍 합	<44	90	-	-	44
가 리 비	1,220	6,400	450	<32	-
소라고둥	512	1,195	-	-	-

(4) 부위별 독력

마비성패류독은 패류의 종류나 계절에 따라 부위별로 독소 함량이 달라지는 것으로 알려져 있다(표 9). Medcof 등(11)이 캐나다 대서양 연안 패류들을 대상으로 부위별 독력을 조사한 결과 여름에는 대부분의 패류가 중장선(digestive gland)에 가장 많은 독소를 함유하고 있으며 그 다음이 아가미와 생식선이었으며 수관부(水管部, siphon)와 육질부에는 비교적 독성이 낮았고 가을에는 모시조개의 경우 중장선의

독성이 낮은 반면 아가미 부분이 주축적 부위였으며, 진주담치와 가리비는 중장선이 주축적 부위이었다.

7. 마비성패류독의 제독

마비성패류독에 의한 중독사고는 미국, 캐나다. 일본뿐만 아니라 세계도처에서 발생하고 있다(12, 29). 일본의 경우 1981년 5월에 Ofunato bay에서 중장선의 독력이 g당 2100~3,000MU인 고독성의 가리비(Sea scallop, *Patinopecten yessoensis*)가 채취되었으며(33), 우리나라에서는 1985년 4월 부산의 감천만에서 독력이 g당 540 MU인 진주담치(26)와 1996년 5월에는 거제도 외포리에서 g당 약 1,000MU의 진주담치(27)가 채취되어 수산식품위생상 심각한 문제가 된 바 있다. 그래서 이들 고독성패류의 유효 이용에 관하여 많은 보고가 있으며(32,34,35), Shin 등(27), Kim 등(36), 김 등(37), 신과 장(38)은 여러 가지 조리법 및 가공법에 의한 PSP의 제독에 대하여 보고한 바 있다.

1) 가열에 의한 제독

독화된 진주담치를 62.8~121℃에서 가열하였을 때 가열온도와 시간에 따른 마비성패류독의 독력 변화를 그림 3에 나타내었다. 70℃ 이하에서는 1시간 가열하여도 독력변화가 그다지 없으나 80℃ 이상에서는 온도의 상승에 따라 독력 감소율도 증가한다. 일반 조리온도인 100℃에서는 10분간 가열시 67%가 감소하며, 121℃에서는 가열 후 5분 만에 88%의 독력이 감소한다(37). Prakash 등(32)은 모시조개를 100℃에서 30분간 자숙하거나 15분간 튀김하였을 때 두 경우 약 80%의 독력이 감소하여 튀김이 끊인 것보다 제독효과가 더 좋았다고 한다. 그래서 마비성패독은 가열 조리시 일부 독소가 파괴되지만 완전히 제거되는 것은 아니므로 고독성의 패류는 가열 조리하여도 중독의 위험성을 배제할 수는 없다.

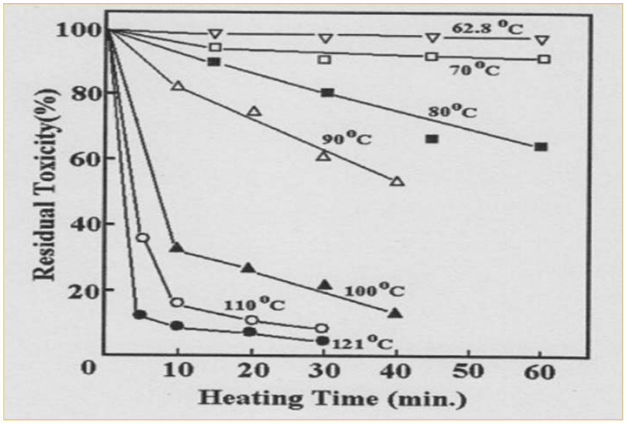

그림 3. 가열처리에 의한 마비성패류독의 독소함량 변화.

2) 통조림제조에 의한 제독

진주담치와 굴의 훈연기름담금 통조림 제조 공정에서는 표 10에 나타낸 바와 같이 탈각을 위한 자숙과 가열공정에서 주로 독력이 저하한다(37).

독력이 300㎍/100g 이하의 진주담치 A는 자숙공정에서 독력이 규제치(80㎍/100g) 이하로 감소되며 훈연 공정과 115℃에서 70분간 가열 살균 공정을 거친 후에는 독소가 검출되지 않았다. 한편 독력이 557㎍/100g인 시료 B와 같이 비교적 고독성인의 경우 자숙 공정 후에는 규제치에 가까운 독력이 남아 있었으나 훈연 공정과 115℃에서 70분간 가열 살균 공정을 거친 후에는 역시 규제치 이하로 독력이 감소하였다. 이에 비하여 독력이 규제치의 약 110배에 달하는 고독성의 시료 C(8,760㎍/100g)의 경우는 115℃에서 70분간 가열살균 공정을 거친 후 평균 98%의 감독률을 나타내었으나 잔존 독력은 규제치의 2.5배에 달하였다.

최초 독력이 규제치의 약 9배에 달하는 굴의 경우는 훈연공정까지는 규제치의 약 4배에 달하는 독력이 남아 있었으나, 115℃에서 70분간 가열 살균 공정을 거친 후에는 잔존 독력이 규제치 이하로 떨어졌다. 이러한 결과는 보일드 통조림에서도 비슷한 경향이었다. 한편 상업적 통조림 살균공정에서 사용하는 116℃, 65분 및 121℃, 45분의 조건에서 진주담치 중의 마비성패류독은 90% 이상이 파괴되었다(표 11).

통조림은 마비성패류독을 효과적으로 제거할 수 있는 수단으로 밝혀졌으나 고독성의 패류는 90% 이상 감독되어도 사람에게 중독을 일으킬 수 있는 충분한 독력이 잔존하고 있기 때문에 철저한 주의가 필요하다.

표 7. 진주담치와 굴 훈연기름담금 통조림의 제조공정별 독력의 변화

제조공정	진주담치 A		진주담치 B		진주담치 C		굴	
	독력 (㎍/100g)	감독율(%)	독력 (㎍/100g)	감독율(%)	독력 (㎍/100g)	감독율(%)	독력 (㎍/100g)	감독율(%)
원료	295		557		8,760		740	
자숙육	38	87	75	87	3,927	55	399	46
자숙수	ND		ND		820		189	
훈연육	41	86	49	91	3,528	60	315	57
살균(115℃, 70분) 패육	ND ND ND	100 100 100	38 38 37	93 93 93	231 210 189	97 98 98	ND 40 40	100 94 94
액즙	ND ND ND		ND ND ND		26 26 24		ND ND ND	

표 11. 통조림 살균공정 중 마비성패류독의 변화

시료 번호	독소함량(㎍/100g)		
	생 패 류	살 균 조 건	
		116℃, 65분	121℃, 45분
Ⅰ	645(100)	29(4.5)	28(4.5)
Ⅱ	238(100)	19(8.0)	18(7.6)

( )는 잔여독성의 % 농도

3) 수조축양에 의한 제독

독화된 패류를 원인 플랑크톤이 없거나 밀도가 낮은 해역으로 옮겨 패류독소를 제거하는 방법은 캐나다 및 미국에서 시도된 적이 있으나 이 방법은 노동력과 비용이 많이 소모되므로 상업적으로 이용하기에는 한계가 있다. 뿐만 아니라 패류의 종에 따라 독소 제거율에도 차이가 심하다.

진주담치의 경우 수온 15-20℃의 유독 플랑크톤이 없는 해수에서 12일 후에 50%의 독소가 제거되지만 개조개의 일종인 *Saxidomus giganteus*는 훨씬 장시간을 요한다.

우리나라의 경우, Chang 등(31)은 탱크에 독화 패류를 넣고 유독 플랑크톤이 없는 해수를 지속적으로 공급하는 유수식 방법으로 제독 효과를 조사한 결과 5일 만에 독력이 약 94% 감소하였으나 그 이후 독소가 상당기간(약 30일) 패류에 잔류한다고 보고한 바 있다.

8. 문제점 및 앞으로의 대책

마비성패류독에 의한 식중독사고는 미국, 캐나다, 일본뿐 아니라 세계도처에서 발생하고 있으며 우리나라에서도 마비성패류독에 의한 인명피해 사고가 보고된 바 있다. 따라서 패류의 독화 문제는 국민이나 패류양식업자들에게도 공지시켜 사전에 식중독 사고를 방지하고 독화된 패류를 식량화하는 방안을 모색하고, 패류양식업의 지속적인 발전을 위해서는 다음과 같은 사항들이 중점적으로 지도, 연구되어야 할 것이다.

1) 일반적인 위생교육

마비성패류독에 의한 중독사고를 방지하기 위한 일반 소비자와 양식업자들에 대하여 다음과 같은 위생교육이 실시되어야 할 것이다. 첫째, 마비성패류독은 사람에 가장 강력한 독성물질 중의 하나이며, 둘째, 만에서 서식하는 패류들이 독화가 잘 되며. 셋째, 중금속이나 해안의 기름, 물의 오염 등은 마비성패류독에 의한 패류독화와는 관계가 없으며, 넷째, 독화된 패류와 정상패류는 실험에 의하지 않고서는 구별할 수 없다.

2) 행정적인 대책

패류양식업의 지속적인 발전이나 독화패류의 식량화를 위한 방안으로 다음과 같은 사항이 검토되어야 할 것이다. 첫

째, 패류의 독화기구를 정확히 밝혀 독화예보체제를 확립할 것. 둘째, 일단 독화된 패류는 제독방법을 강구하여 식량 원료로 활용할 수 있도록 지원할 것. 셋째, 통조림용 등 가공용 패류는 독자적인 규제치를 설정, 실시할 것. 넷째, 마비성패류독 원인플랑크톤을 죽이는 미생물 농약 개발로 패류의 독화를 사전에 방지하는 방법이 개발되어야 할 것 등이다.

참고 문헌

1. 농림수산식품통계연보. 농림수산식품부. p. 309 (2102)

2. Halstead, B.W. Poisonous and venomous marine animals of the world. Halstead, B.W. ed. Vol. 1. U.S. Govt. Printing Office, Washington, D.C. p. 994 (1965)

3. 橋本芳郎. 魚貝類の毒. 學會出版センタ-. 東京. p. 42~56 (1978)

4. Sommer, H. and Mayer, KF. Paralytic shellfish poisoning. Arch. path., 24(5),560~598 (1937)

5. 野口玉雄. 痲痺性貝毒. 衛生化學. 29, 10~25 (1983)

6. Schantz, EJ., Mold, J.D., Stranger, D.W., Shavel, J., Riel, F.J., Bowden, J.P., Lynch, J.M., Wyler, R.S., Reigel B., and Sommer, H. Paralytic shellfish poison Ⅳ. A procedure for the isolation and purification of the poison from toxic clams and mussel tissues. J. Am. Chem. Soc. 79, 5230~5235 (1957)

7. Shimizu, Y., Alam, M., Oshima Y. and Fallon, W.E. Presence of four toxins in red tide infested clams and cultured *Gonyaulax tamarensis* cells. Biochem. Biophys. Res. Commun. 66, 731~737 (1975)

8. Oshima, Y., Buckley, L.J.,, Alam, M. and Shimizu Y. Heterogenety of paralytic shellfish poisons. Three new toxins from cultured *Gonyaulax tamarensis* cells, *Mya arenaria* and *Saxidomus giganteus*. Comp. Bioochem. Physiol. 57C, 31~34 (1977)

9. Oshima, Y. Chemical and enzymatic transformation of paralytic shellfish toxins in marine organisms. In Harmful Marine Algal Blooms. (Lassua, P., Arzul, G., Erard, E., Gentien, P. and Marcaillou, C. ed) Lavoisier, Intercept Ltd. 475~480 (1995)

10. AOAC. Paralytic shellfish Poison. *In Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists,* 15th Ed. (Kenneth, H. ed) Association of Official Analytical Chemists Inc. Virginia, pp. 881~882 (1990)

11. Medcof, J.C., Leim, A.H., Needler, A.B., Needler, A.W.H., Gibbard, J. and Naubert J. Paralytic shellfish poisoning on the Canadian Atlantic Coast. Bull. Fish. Res. Bd. Canada. 75, 1~32. (1947)

12. Bond, R.M. and Medcof, J.C. 1957. Epidemic shellfish poisoning in New Brunswick. Canada Med. Ass. J. 79, 19~24 (1957)

13. Taylor, F.J.R. Toxic dinoflagellate blooms. Taylor, D. L. and H. H. Seliger eds. Elsevier Sci. Publish. Co., North Holland. P. 47~56 (1979)

14. Balech, E. Phycologia. 28, 206~211. (1987)

15. Koch, H.J. La cause des empoisonnenments paralytiques provoque par les moules. Assoc. Franc. I'avanc. Sci. Sean. Sess., 63, 654~657 (1939)

16. Prakash, A. and Tayler, F.J.R. A “red water” bloom of *Gonyaulax acatenella* in the Strait of Georgia and its relation to paralytic shellfish toxicity. J. Fish. Res. Bd. Canada, 23(8), 125~1270 (1966)

17. Harada, T., Oshima, Y., Kamiya, H. and Yasumoto, T. Confirmation of paralytic shellfish toxins in the dinoflagellate *Pyrodinium bahamense* var *compressa* and bivalves in Palau. Jap. Soc. Sci. Fish., 48(6), 821~825 (1982)

18. Kotaki, Y., Tajiri, M. Oshima, Y. and Yasumoto, T. Identification of calcarous red algae as the primary source paralytic shellfish toxins in coral reef crabs and gastropods. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 49(2), 283~286 (1983)

19. Maclean, J.L. and White, A.W. *In Toxic Dinoflagellates* (Anderson, D. M., White, A. W., Baden, D. G., eds.). Elsevier, New York. p. 517 (1985)

20. Tamiyabanichi, S., Kodama, M. and Fukuyo, Y. *In Toxic Dinoflagellates* (Anderson, D.M., White, A.W., Baden, D.G., eds.). Elsevier, New York. p. 521 (1985)

21. Chang, C.C. and Hong, S.J. Pharmacological identification of saxitoxin-like toxins in the cultured purple clam, *Hiatula diphos*. Toxicon. 24, 861~864 (1986)

22. Tan, C.T.T. and Lee, E.J. D. Paralytic shellfish poisoning in Singapore. Ann. Acad. Med. Singapore. 15, 77~79 (1986)

23. Mee, L.D., Espinosa, M. and Diaz, G. Paralytic shellfish

poisoning with a *Gymnodium catenatum* red tide on the Pacific coast of Mexico. Mar. Environ. Res. 19, 77~92 (1986)

24. Carreto, J.I., Negri, R.M., Benavides, H.R. and Akselman, R. Toxic Dinoflagellates (Anderson, D.M., A.W. White and D.G. Baden eds.). Elsevier, New York. p. 147 (1985)

25. Oshima, Y., Hasegawa, M., Yasumoto, T., Hallegreaff, G. and Blackburn, S. Dinoflagellate *Gymnodium catenatum* as the source of paralytic shellfish toxins in Tasmanian shellfish. Toxicon. 25 (1987)

26. 장동석, 신일식, 변재형, 박영호. 진주담치의 마비성독에 관한 연구. -1986년 부산 감천만 중독사고를 중심으로-. 한국수산학회지. 20(4), 293~300 (1987)

27. Shin, I.S., Choi, S.H. Lee, T.S., Lee, H.J. Kim, J.H., Lee, J.S. and Kim, Y.M. Studies for reestablishment of approval toxin amount in paralytic shellfish poison-infested shellfish. 2. Change of toxin composition and specific toxicity in paralytic shellfish toxins of blue mussel, *Mytilus edulis* and oyster, *Crassostrea gigas* from Woepori, Koje, Korea during boiling and canning process. J. Korean Fish. Soc. 29(6), 900~908 (1997)

28. 河端俊治. 痲痺性27貝毒. 日本食品衛生協會發行, 食品衛生檢查指針Ⅱ. 日本食品衛生協會, 東京. p. 240~244 (1978)

29. McFarren, E.F., Schfer, M. L., Campbell, J.E. Lewis, K.H., Jensen, E.J. and Schantz, E.J. Public health significance of paralytic shellfish poison. Adv. in Food Res. 10, Academic press, 135~179 (1960)

30. Needler, A.B. Paralytic shellfish poisoning and *Gonyaulax tamarensis*. J. Fish. Res. Bd. Canada. 7(8), 490~504 (1949)

31. Chang, D.S., Shin, I.S. Goo, H.Y. Oh, E.G. Pyun, J.H. and Park, Y.H. Studies on distribution, characterization and detoxification of shellfish toxin in Korea. 3. Detoxification of paralytic shellfish poison of Sea mussel, *Mytilus edulis*. J. Korean Fish. Soc. 21(5), 297~302 (1988).

32. Prakash, A., Medcof, J.C. and Tennant, A.D. Paralytic shellfish poisoning in eastern Canada. Fish. Res. Bd. Canada. 177, 1~87 (1971)

33. Maruyama, J., Noguchi, T., Onoue, Y. Ueda, Y. Hashimoto, K. and Kamimura, S. Anatomical distribution and profiles on the toxins in highly PSP-infested scallops from Ofunato Bay during 1980~1981. Bull. Japan Soc. Sci. Fish. 49(2), 233~235 (1983)

34. 野口玉雄, 上田要一, 尾上義夫, 河野迪子, 小山絹江, 橋本周久, 妹尾芳郎, 三島 進. PSPにより毒化したホタテガイの罐詰製造中における毒性値の變化. 日本水産學會誌. 46(10), 1273~1277 (1980)

35. 野口玉雄, 上田要一, 尾上義夫, 河野迪子, 小山絹江, 橋本周久, 竹內俊郎, 妹尾芳郎, 三島 進. PSPにより著しく毒化したホタテガイの罐詰製造および貯藏中における毒性値の變化. 日本水産學會誌. 46, 1339~1344 (1980)

36. Kim, Y.M., Choi, S.H. Kim, S.J. Suh, S.B. Pyun, H.S. Chang, D.S. and Shin, I.S. Studies for reestabilishment of approval toxin amount in paralytic shellfish poison-infested shellfish 1. Toxicity change in paralytic shellfish poison-infested blue mussel, *Mytilus edulis* and oyster, *Crassostrea gigas* during boiling and canning processes. J. Korean Fish. Soc. 29(6). 893~899 (1997)

37. 김지회, 김성준, 장동석, 이명숙, 허성호. 처리조건에 따른 진주담치 중 마비성패류독의 변화. 산업미생물학회지. 18(1). 18~25 (1990)

38. 신일식, 장동석. 진주담치의 마비성패류독의 내열성에 관하여. 한국식품과학회지. 22(7), 799~801 (1990)