

## 서울시내에서 발생하는 패류독소 발생 특성

수산물검사팀

윤용태 · 박성규 · 홍미선 · 이인숙 · 이혜진 · 김무상

# Characteristics of Paralytic Shellfish Toxins in Seoul

*Marine Product Inspection Team*

**Yong-tae Yoon, Sung-kyu Park, Mi-sun Hong,  
In-sook Lee, Hye-jin Yi and Mu-sang Kim**

### Abstract

Between 2013 and 2016, we monitored paralytic shellfish toxins (PSTs) in a total of 816 shellfish samples by using the mouse bioassay(MBA). In 2013, PSTs were detected in 18(7.3%) of 246 shellfish samples, and the detection rates in blood clam, mussel, cockle, and Manila clam were 33.3%(6/18), 28.1%(9/32), 7.1%(2/28), and 2.9%(1/34), respectively. In 2014, PSTs were detected in 2(1%) of 200 shellfish samples, and the detection rates in blood clam and mussel were 5.6%(1/18) and 4.8%(1/21), respectively. In 2015, PSTs were detected in 3(1.7%) of 172 shellfish samples, and the detection rates in blood clam and mussel were 12.5%(1/8) and 10.5%(2/19), respectively. In 2016, PSTs were detected in 10(5.1%) of 198 shellfish samples, and the detection rates in mussel, scallop, blood clam, and Manila clam were 17.4%(4/23), 15.4%(2/13), 12.5%(2/16), and 4.1%(2/49), respectively. One mussel sample showed the highest toxicity(1.13 mg/kg), which exceeded the domestic acceptance criteria (0.80 mg/kg).

**Key words** : paralytic shellfish toxins(PSTs), mouse bioassay(MBA)

### 서론

자연독에 의한 식중독은 독화되어 있는 식품을 유독성분이 완전히 제거되지 않은 상태의 것을 섭취함

으로써 발생하는데 굴, 진주담치 등의 이매패류는 특정 지역, 특정 시기에 따라 자연독을 함유하는 경우가 있다(1~3). 인체에 치명적인 마비성 패류독소는 매년 봄철에 발생하고 있으며 패류체내 축적정도

는 패류마다 먹이의 선택성과 여과섭식효율성의 차이 때문에 패류의 품종에 따라 다를 수 있으며 마비성 패류독소의 구성성분도 먹이선택성과 대사과정 등이 상이하기 때문에 다양하다(4, 5, 10, 12). 해양에서 마비성 패류독소는 *Alexandrium tamarense*, *A. catenella*, *Gymnodinium catenatum* 등 편모조류에 속하는 식물성 플랑크톤이 생산하는 독소로서, 우리나라를 포함하여 북남미, 유럽, 아프리카, 오세아니아 등 전 세계에서 발생이 보고되고 있다(1~3, 6~14). 독성과편모조류를 여과-섭취하는 이때패류는 전위의존형 Na<sup>+</sup> 채널(voltage-gated sodium channel)의 작용을 방해하는 마비성패류독소(paralytic shellfish toxins, PSTs)을 축적하여 마비성패류독중독(paralytic shellfish poisoning, PSP)을 일으키며 증상은 극도의 무감각, 숨쉬기 어려움 등이며 심해지면 마비 또는 사망에 이르게 된다(15). 미국, 일본, 캐나다 및 유럽 등에서는 마비성 패류독소로 인한 식중독 예방을 위하여 허용기준치를 80 µg/100 g으로 설정하여 관리하고 있고 우리나라에서도 마비성 패류독소의 함량을 가식부 100 g 당 saxitoxin(STX)으로 환산하여 0.8 mg/kg 이하로 정하여 관리하고 있다(1~3).

마비성 패류독소는 세계에서 연간 약 2,000건이 발생하며 사망률은 15%에 이르고 우리나라에서도 사망사고가 보고되었고 전 세계적으로 관심을 끄는 환경과 보건문제가 되었다(1, 6, 15). 따라서 본 연구는 안전한 패류공급을 위한 기초자료를 제공하고 자 2013년부터 2016년까지 서울에서 유통 중인 패류의 마비성 패독 함량을 마우스 시험법(Mouse Bioassay, MBA)을 이용하여 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 시험재료

서울남부지역 대형마트 및 가락동 농수산물 도매시장에서 시판되는 패류를 마비성 패독 발생시기인 3월~6월에 총 816건(2013년 246건, 2014년 200건, 2015년 172건, 2016년 198건) 구입하여 분석하였다.

본 실험에 사용된 마비성 패독 표준독소는 CRM

-STX-f(National Research Council, Canada)을 사용하였고 실험동물은 체중 19~21g 되는 Institute Cancer Research(ICR)계 생후 4주된 마우스 수컷을 사용하였다.

### 2. 실험방법

패류 및 피낭류의 외부로 깨끗이 씻고 10개체 이상 또는 껍질을 제거한 육이 200 g 이상이 되도록 손질하여 물기를 뺀 후 균질기로 균질화 하였다. 균질화한 검체 100 g을 비커에 달아 0.1 N 염산 100 ml를 가하고 교반하면서 5 N 염산이나 0.1 N 수산화나트륨용액으로 pH를 3.0으로 조정하였다. 강염기성이 되면 독이 파괴되기 때문에 0.1 N 수산화나트륨용액으로 pH를 조정할 때에는 부분적인 파괴를 방지하기 위하여 격렬히 교반하면서 소량씩 적가 하였다. 혼합액을 5분간 끓이고 실온에서 식힌 후, pH가 3.0이 되도록 조정하고 물을 가하여 200 ml이 되게 하였다. 비커에 옮긴 후 교반하고 상층부가 투명해질 때까지 정지하여 상층액을 시험용액으로 하였다.

ICR계의 생후 4주된 19~21 g의 건강한 수컷을 사용하여 시험용액 1 ml을 2마리의 마우스 복강 내에 주사하고 주사 후부터 사망까지의 시간을 초단위로 기록하였다. 사망 시에는 3마리 이상의 마우스를 취하여 복강 내에 주사하여 중앙치사시간을 구하였다.

마우스체중-독량 보정표를 이용하여 체중을 보정하고 치사시간-MU 환산표를 이용하여 다음 식에 의해 검체 중의 독력을 구하였다(16).

독력(µg/kg) = CF값 × 치사시간 및 체중보정에 의한 MU × 200/S(검체체취량(kg))

## 결과 및 고찰

### 1. 검체 종류별 패독 검출율

2013년에는 가리비 4건, 갯고둥 1건, 굴 16건, 꼬막 28건, 대합조개 45건, 돌조개 2건, 동죽 4건, 맛조개 4건, 모시조개 31건, 미더덕 7건, 민들조개 2건, 바지락 34건, 오만둥이 4건, 우럭조개 2건, 키조개 12건, 피조개 18건 그리고 진주담치

32건 등 총 246건 중 18건에서 마비성 패독이 검출되어 약 7.3%의 검출율을 나타내었고 이는 함(17) 등이 2001년에 보고한 검출율 2.9%, 육(2) 등이 2012년에 보고한 검출율 4.0% 보다 높았다(표 1). 검체별로는 피조개 33.3%(6/18) 그리고 진주담치 28.1%(9/32), 꼬막 7.1%(2/28), 바지락 2.9%(1/34) 순으로 검출율을 나타내었고 이는 함(17) 등이 보고한 피조개 14.3% 그리고 진주담치 5.4% 보다 높았고 육(2)등이 보고한 피조개 2.1% 그리고 진주담치 8.1% 보다는 높았지만 바지락 7.8% 보다는 낮아서 차이가 있었다.

2014년에는 가리비 16건, 굴 6건, 꼬막 21건, 대합조개 22건, 동죽 2건, 맛조개 7건, 모시조개 20건, 미더덕 9건, 바지락 20건, 새조개 14건, 오만둥이 12건, 키조개 12건, 피조개 18건 그리고 진주담치 21건 등 총 200건 중 2건에서 마비성 패독이 검출되어 약 1.0%의 검출율을 나타내었고

검체별로는 피조개 5.6%(1/18) 그리고 진주담치 4.8%(1/21)의 순으로 검출율을 나타내었다(표 2). 이는 2013년도 검출율 피조개 33.3% 그리고 진주담치 28.1%보다 낮았으며 함(17) 등이 보고한 피조개 14.3% 그리고 진주담치 5.4% 보다 낮았다. 2015년에는 가리비 7건, 꼬막 17건, 대합조개 26건, 동죽 3건, 맛조개 3건, 명주조개 2건, 모시조개 17건, 바지락 43건, 비단조개 3건, 새조개 1건, 전복 5건, 키조개 18건, 피조개 8건 그리고 진주담치 19건 등 총 172건 중 3건에서 마비성 패독이 검출되어 약 1.7%의 검출율을 나타내었고 검체별로는 피조개 12.5%(1/8) 그리고 진주담치 10.5%(2/19)의 순으로 검출율을 나타내었다(표 3). 이는 2013년도 검출율 피조개 33.3% 그리고 진주담치 28.1% 보다는 낮았지만 2014년도 검출율 피조개 5.6% 그리고 진주담치 4.8%보다는 높았다. 2016년에는 가리비 13건, 굴 3건, 꼬막 19건,

**Table 1.** Paralytic shellfish toxicity analysed by mouse bioassay method in 2013

Species	Number of samples			Number of sample toxins detected			Toxicity(mg/kg)	
	Total	Domestic	Imported	Total	Domestic	Imported	Range	Mean
Scallop	4	1	3					
Batillaria multiformis	1	1						
Oyster	16	16						
Cockle	28	26	2	2	2		0.46~0.79	0.63
Venus clam	45	11	34					
Hazelnut ark	2		2					
Surf clam	4	3	1					
Jackknife clam	4	4						
Short-necked clam	31	19	12					
Wartyseasquirt	7	7						
Gomphina aequilatera	2		2					
Manila clam	34	26	8	1	1		0.78	0.78
Ark shell								
Styela plicata	4	4						
Sebastes hubbsi	2	1	1					
Comb pen shell	12	12						
Blood clam	18	18		6	6		0.43~0.78	0.52
Mussel	32	31	1	9	9		0.53~1.13	0.68
Total	246	180	66	18	18			

대합조개 31건, 동죽 5건, 맛조개 3건, 멍게 5건, 2건, 오만둥이 1건, 키조개 5건, 피조개 16건 그  
 명주조개 1건, 모시조개 22건, 바지락 49건, 새조개 리고 진주담치 23건 등 총 198건 중 10건에서 마

**Table 2. Paralytic shellfish toxicity analysed by mouse bioassay method in 2014**

Species	Number of samples			Number of sample toxins detected			Toxicity(mg/kg)	
	Total	Domestic	Imported	Total	Domestic	Imported	Range	Mean
Scallop	16	14	2					
Oyster	6	6						
Cockle	21	20	1					
Venus clam	22	9	13					
Surf clam	2	1	1					
Jackknife clam	7	5	2					
Short-necked clam	20	17	3					
Warty sea squirt	9	9						
Manila clam	20	15	5					
Egg cockle	14	14						
Styela plicata	12	12						
Comb pen shell	12	12						
Blood clam	18	18		1	1		0.41	0.41
Mussel	21	21		1	1		0.59	0.59
Total	200	173	27	2	2			

**Table 3. Paralytic shellfish toxicity analysed by mouse bioassay method in 2015**

Species	Number of samples			Number of sample toxins detected			Toxicity(mg/kg)	
	Total	Domestic	Imported	Total	Domestic	Imported	Range	Mean
Scallop	7	2	5					
Granosa	17	17						
Venus clam	26	5	21					
Surf clam	3	3						
Jackknife clam	3	1	2					
Hen clam	2	2						
Short-necked clam	17	13	4					
Manila clam	43	34	9					
Pink butterfly shell	3	3						
Egg cockle	1	1						
Abalone	5	5						
Comb pen shell	18	12	6					
Blood clam	8	8		1	1		0.39	0.39
Mussel	19	15	4	2	2		0.36~0.38	0.37
Total	172	121	51	3	3			

비성 패독이 검출되어 약 5.1%의 검출율을 나타내었고 검체별로는 진주담치 17.4%(4/23), 가리비 15.4%(2/13), 피조개 12.5%(2/16) 그리고 바지락 4.1%(2/49)의 순으로 검출율을 나타내었다(표 4). 이는 2013년도 검출율 피조개 33.3% 그리고 진주담치 28.1% 보다는 낮았지만 2014년도 검출율 피조개 5.6% 그리고 진주담치 4.8%보다는 높았고 2015년도 검출율 피조개 12.5%는 비슷하였고 진주담치 10.5%보다는 높았다. 또한 바지락의 검출율 4.1%, 가리비 15.4%는 함(17) 등이 보고한 바지락 7.8%, 가리비 0.0%과 다소 차이를 보이고 있다.

김(4) 등은 2006년에 포항과 거제산 담치가 황해산에 비해 높은 독 함량을 나타내었고 남해동부 연안의 담치가 황해산에 비해 독성 *Alexandrium tamarense*에 대한 노출 빈도가 높았기 때문에 한국남해동부연안에 분포하는 이매패류의 독 축적률이 다른 지역보다 더 높을 수 있다고 보고하였다.

또한 함(17) 등은 연도에 따라 마비성 패독의 검출율에 차이가 있는 것은 패류 생산 해역의 환경 조건의 차이에 따라 패독의 발생 경향이 다르기 때문이라고 하였다. 따라서 이번조사에서 연도별로 검출율이 차이를 보이는 것은 패류가 생산되는 지역과 생육환경에 따른 차이로 추정된다.

## 2. 원산지별 패독 검출율

총 816건중 국내산은 629건 중 31건 검출되어 검출율 4.9%, 수입산은 187건 중 2건 검출되어 1.1%였다. 연도별 검출율을 보면 2013년 국내산 10.0%(18/180), 수입산 0.0%(0/66)였고 2014년에는 국내산 1.2%(2/173), 수입산 0.0%(0/27)였고 2015년에는 국내산 2.5%(3/121), 수입산 0.0%(0/51)였으며, 2016년에는 국내산 5.2%(8/155), 수입산 4.7%(2/43)의 검출율을 나타내었다. 이는 함(17) 등이 보고한 국내산 검출율 3.0%, 수입산 검출율 5.9%와 비교하여 차이를 나

**Table 4.** Paralytic shellfish toxicity analysed by mouse bioassay method in 2016

Species	Number of samples			Number of sample toxins detected			Toxicity(mg/kg)	
	Total	Domestic	Imported	Total	Domestic	Imported	Range	Mean
Scallop	13	12	1	2	2		0.37~0.37	0.37
Oyster	3	3						
Granosa	19	19						
Venus clam	31	8	23					
Surf clam	5	4	1					
Jackknife clam	3		3					
Sea squirt	5	5						
Hen clam	1	1						
Short-necked clam	22	14	8					
Manila clam	49	44	5	2		2	0.36~0.41	0.39
Egg cockle	2	2						
Mussel	23	22	1	4	4		0.38~0.43	0.40
Styela plicata	1	1						
Comb pen shell	5	4	1					
Blood clam	16	16		2	2		0.37~0.4	0.39
Total	198	155	43	10	8	2		

타내었다. 전(7) 등은 참가리비의 독화 시기가 해수 환경의 차이에 기인한다고 하였으며 박(5) 등은 패류 독화는 2월 하순에 시작되어 4월 중순에 최성기에 도달한 후 5월부터 급격히 감소하여 6월 말 경에는 검출되지 않았고 이후 7월~12월까지 다시 출현하지 않았다고 하였다. 이번 조사의 검사 시기는 3월~6월의 기간 동안 이루어 졌는데 함(17) 등이 보고한 검출율은 2월~6월, 9월~10월 기간 구입한 시험검체를 사용하여 검체 채취 시기가 검출율 차이에 영향을 준 것으로 보인다.

### 3. 패독 함량

2013년에 검출량은 바지락 0.78 mg/kg, 피꼬막 0.46~0.79 mg/kg, 피조개 0.43~0.78 mg/kg, 진주담치 0.53~1.13 mg/kg이었다. 바지락은 5월 20일에 구입한 시료에서 0.78 mg/kg 검출되었고 피꼬막은 4월 5일 구입 제품에서 0.79 mg/kg 최고 검출량을 보였으며, 피조개는 4월 8일 구입한 시료에서 0.78 mg/kg로 최고 검출량을 보였다. 진주담치의 경우 4월 11일에 구입한 시료에서 0.68 mg/kg, 4월 12일에 구입한 시료에서 기준 0.80 mg/kg 초과하는 1.13 mg/kg, 4월 15일에 구입한 시료에서 0.79 mg/kg, 4월 25일에 구입한 시료에서 0.69 mg/kg, 4월 29일에 구입한 시료에서 0.66 mg/kg, 5월 13일에 구입한 시료에서 0.53 mg/kg 검출량을 보였다(그림 1). 2014년에 검출량은 피조개 0.41 mg/kg, 진주담치 0.59

mg/kg으로 모두 4월 7일에 구입한 시료였다(그림 2). 2015년 검출량은 진주담치 0.36~0.38 mg/kg으로 4월 15일, 17일에 구입한 시료였으며 피조개는 0.39 mg/kg으로 5월 13일에 구입한 시료였다(그림 3). 2016년에 검출량은 가리비 0.37 mg/kg으로 4월 21일, 5월 13일에 구입한 시료였으며 바지락 0.36~0.41 mg/kg으로 4월 26일 5월 17일에 구입한 시료였고, 피조개 0.37~0.4 mg/kg으로 5월 13일, 20일에 구입한 시료였고, 진주담치 0.38~0.43 mg/kg으로 4월 14일, 4월 22일, 4월 26일, 6월 10일에 구입한 시료였다(그림 4). 목(3) 등은 수산생물의 독소 축적량은 진주담치가 가장 빠르고 높게 독소를 축적하여 마비성 패류독소의 발생과 변동을 조기에 파악할 수 있는 지표종이라고 하였는데 본 조사에서도 진주담치의 검출이 꾸준하고 기준을 초과하는 경우도 있었으므로 앞으로도 진주담치를 포함하는 모니터링을 계속적으로 실시할 필요가 있다.

마비성 패독 33건의 검출시기를 월별로 보면 3월 1건, 4월 22건, 5월 9건, 6월 1건으로 마비성 패독 발생은 4월에 최대에 이르렀다가 서서히 감소하는 경향을 나타냈고 이는 박(5) 등의 보고와 비슷하였다. 부적합 발생시기와 검출 발생빈도 최대가 4월이므로 앞으로도 마비성패독 발생주의시기를 4월 전후로 추정하고 이 시기에 마비성 패독의 집중적인 관리가 필요하다고 생각된다. 그러나 기후변화와 관련하여 Tatters(19) 등은 향후 환경

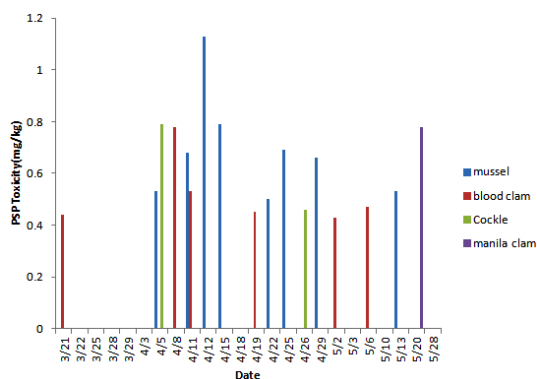


Fig. 1. Variation of paralytic shellfish toxicity of cockle, manila clam, blood clam and mussel in 2013.

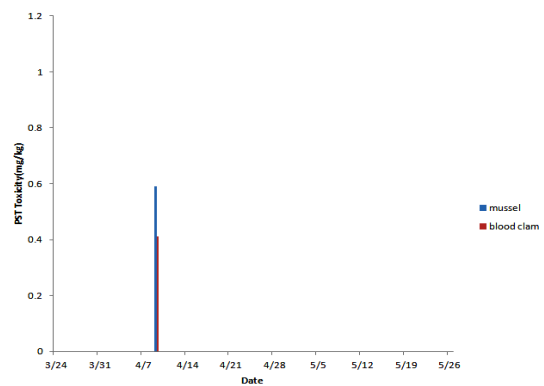
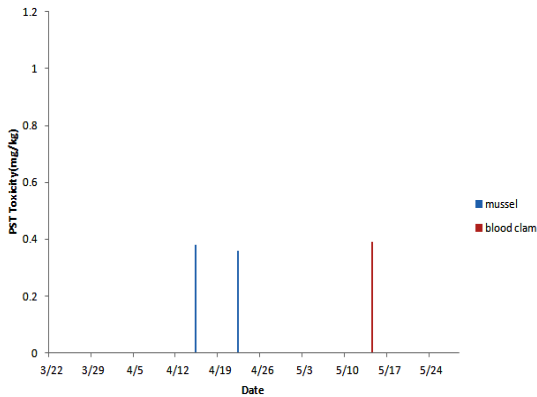
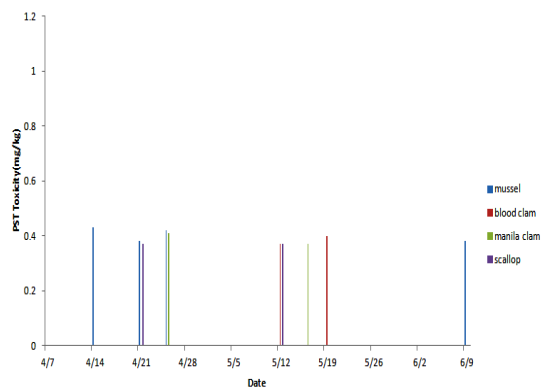


Fig. 2. Variation of paralytic shellfish toxicity of cockle, manila clam, blood clam and mussel in 2014.



**Fig. 3.** Variation of paralytic shellfish toxicity of cockle, manila clam, blood clam and mussel in 2015.



**Fig. 4.** Variation of paralytic shellfish toxicity of cockle, manila clam, blood clam and mussel in 2016.

변화로 CO<sub>2</sub>가 증가하여 바다로 녹아 들어가면 바다의 산성화가 이루어지고 독성편모조류의 독성위협이 증가될 수 있다고 하였고 Joo(18) 등은 미래 기후 시나리오에 근거한 향후 90년 후 마비성 패독의 계절 패턴 예측에서 현재 4~5월인 마비성패독 최대 발생 빈도 시기가 약 2개월 앞당겨져 2~3월이 될 것으로 예상하였으므로 장래에는 이를 고려하여 마비성패독을 모니터링해야 할 것이다.

이상의 실험과 고찰 결과 서울에서 시판되는 패류의 마비성 패독 검출량을 보면 최근 3년간 기준 0.80 mg/kg 이내의 수치를 나타내고 있어 시판 패류의 마비성 패류독소는 안전한 것으로 보이며 이는 생산지에서 보다 엄격한 출하전 검사가 이루어져 안전한 품질관리가 되고 있는 것으로 생각된다. 그러나 2013년에는 검출량이 기준 0.80 mg/kg 초과하는 패류도 발생하였고 2016년에는 수입품에서도 마비성 패독이 검출되고 있으므로 서울지역 유통 패류의 안전성 확보를 위해 모니터링은 지속적으로 이루어 져야 할 것으로 생각된다.

## 결론

서울남부지역 대형마트 및 가락동 농수산물 도매시장에서 시판되는 패류를 2013년부터 2016년까지 총 816건 구입하여 패류의 마비성 패독 함량

을 마우스 시험법을 이용하여 조사한 결과 다음과 같았다.

1. 검체종류별 검출율은 2013년에는 검사 대상 패류 총 246건 중 18건에서 마비성 패독이 검출되어 약 7.3%를 나타내었고 검체별로는 피조개 33.3% 그리고 진주담치 28.1%, 꼬막 7.1%, 바지락 2.9% 순이었다. 2014년에는 검사 대상 패류 총 200건 중 2건에서 마비성 패독이 검출되어 약 1.0%의 검출율을 나타내었고 검체별로는 피조개 5.6% 그리고 진주담치 4.8%의 순으로 검출율을 나타내었다. 2015년에는 검사 대상 패류 총 172건 중 3건에서 마비성 패독이 검출되어 약 1.7%의 검출율을 나타내었고 검체별로는 피조개 12.5% 그리고 진주담치 10.5%의 순으로 검출율을 나타내었다. 2016년에는 검사 대상 패류 총 198건 중 10건에서 마비성 패독이 검출되어 약 5.1%의 검출율을 나타내었고 검체별로는 진주담치 17.4%, 가리비 15.4%, 피조개 12.5% 그리고 바지락 4.1%의 순으로 검출율을 나타내었다.
2. 원산지별 검출율은 총 816건 중 국내산은 629건 중 31건 검출되어 검출율 4.9%, 수입산은 187건 중 2건 검출되어 1.1%였다. 연도별 검출율을 보면 2013년 국내산은 10.0%(18/180), 수입산은 0.0%(0/66)였고 2014년에는 국내산

1.2%(2/173), 수입산은 0.0%(0/27)였고 2015년에는 국내산 2.5%(3/121), 수입산은 0.0%(0/51)였으며, 2016년에는 국내산 5.2%(8/155), 수입산은 4.7%(2/43)의 검출율을 나타내었다.

3. 패독의 검출량은 2013년에 바지락 0.78 mg/kg, 피꼬막 0.46~0.79 mg/kg, 피조개 0.43~0.78 mg/kg, 진주담치 0.50~1.13 mg/kg으로 진주담치 1건에서 허용기준(0.80 mg/kg)을 초과하는 1.13 mg/kg이었다. 2014년 검출량은 피조개 0.41 mg/kg, 진주담치 0.59 mg/kg이었고, 2015년 검출량은 피조개 0.39 mg/kg, 진주담치 0.36~0.38 mg/kg이었다. 2016년 검출량은 가리비 0.37 mg/kg, 바지락 0.36~0.41 mg/kg, 피조개 0.37~0.4 mg/kg, 진주담치 0.38~0.43 mg/kg이었다.

### 참고문헌

1. 국립수산물과학원 : 한국연안의 진주담치 중 마비성패류독소, 예문사, 부산, p.1~17, 2006.
2. 육동현, 박영애, 김진아, 최희진, 박애숙, 김연천, 김무상 : 서울시내에서 발생하는 패류독소 현황 조사, 서울특별시 보건환경연구원보, 48:29~34, 2012.
3. 목종수, 오은경, 손광태, 이태식, 이가정, 송기철, 김지희 : 수산생물 종류별 마비성 패류독소 축적 및 정화, 한국수산물과학회지, 45(5):465~471, 2012.
4. 김영수, 손명백, 김창훈 : 독성 *Alexandrium tamarense*를 섭취한 담치류 4종의 마비성패류독 축적, 한수지, 39(1):49~54, 2006.
5. 박미정, 이희정, 이태식, 손광태, 변한석, 박정흠, 장동석 : 이매패류의 품종별 마비성패류독 축적능 및 독소 구성성분 비교, J.Fd Hyg. Safety, 15(4):293~296, 2000.
6. 이종수, 신일식, 김영만, 장동석 : 96년 거제에서 패류 중독 사고를 유발한 진주담치의 마비성 독소, 한수지, 30(1):158~160, 1997.
7. 전중균, 한명수, 박영제, 윤문영 : 강릉 연안산 참가리비의 PSP 독화 및 독조성, 한수지, 31(6):813~816, 1998.
8. 장동석, 신일식, 구효영, 오은경, 편재형, 박영호 : 한국산 주요패류에 대한 독의 분포, 특성 및 제거에 관한 연구 3. 마비성패류독의 제거에 관하여, 한수지, 21(5):297~302, 1988.
9. Hongsik Yu, Keun Sik Lim, Ki Cheol Song, Ka Jeong Lee, Mi Ae Lee and Ji Hoe Kim : Comparison of MBA and HPLC Post-column Oxidation Methods for the Quantification of Paralytic Shellfish Poisoning Toxins, Sci., 16(3):159~164, 2013.
10. Jong-Soo Mok, Ki-Cheol Song, Ka-Jeong Lee and Ji-Hoe Kim : Variation and Profile of Paralytic Shellfish Poisoning Toxins in Jinhae Bay, Korea, Fish Aquat Sci, 16(3):137~142, 2013.
11. Young-Soo Kim, Jong-Soo Lee, Joon-Ho Jang, Keun-Yong Kim and Chang-Hoon Kim : Occurrence of Toxic Alexandrium and Intoxification of Two Mollusk Species by Paralytic Shellfish Poisoning Toxins on the Southeastern Coast of Korea, J. Fish. Sci. Technol., 8(2):76~82, 2005.
12. Il-Shik Shin and Young-Man Kim : Studies for Reestablishment of Approval Toxin Amount in Paralytic Shellfish Poison-Infested Shellfish 5. Comparison of Toxicity and Toxin Composition of Paralytic Shellfish Poison between Blue mussel, *Mytilus edulis* and Oyster, *Crassostrea gigas*, J. Fd Hyg. Safety, 15(4):287~292, 2000.
13. Chang-Hoon Kim : Paralytic Shellfish Toxin Profiles of the Dinoflagellate Alexandrium Species Isolated from Benthic Cysts in Jinhae Bay, Korea, Soc., 28(3):364~372, 1995.
14. Jong-Soo. Lee, Joong-Kyun. Jeon, Myung-Soo. Han, Yasukatsu Oshima and Takeshi Yasumoto : Paralytic Shellfish



- Toxins in the Mussel *Mytilus edulis* and Dinoflagellate *Alexandrium tamarense* from Jinhae Bay, Korea, Bull. Korean Fish. Soc., 25(2):144~150, 1992.
15. Da-Zhi. Wang, Shu-Fei. Zhang, Yong Zhang and Lin. Lin : Paralytic shellfish toxin biosynthesis in cyanobacteria and dinoflagellated : A molecular overview, Journal of Proteomics, 135:132~140, 2016.
  16. 식품의약품안전처 : 식품공전, 6.3.1 마비성 패독, p.1220~1224, 2015.
  17. 함희진, 차영섭, 이재인, 정운태, 유영아, 서병태 : 서울시내 수산시장에서 유통되고 있는 패류의 마비성 패독 함량, J. Fd Hyg. Safety, 16(3):247~250, 2001.
  18. Yongsung Joo, kyungjin You, Ki-Hwan Park, Hyang Sook Chun and Ju-Hyun Park : Prediction of paralytic shellfish toxin based on a projected future climate scenario for South Korea, Food Research International, 68:47~53, 2015.
  19. Avery O. Tatters, Leanne J. Flewelling, Feixue Fu and April A. Granholm : High CO<sub>2</sub> promotes the production of paralytic shellfish poisoning toxins by *Alexandrium catenella* from Southern California waters, Harmful Algae, 30:37~43, 2013.