

가막만 피조개 (*Scapharca broughtonii*) 의 위생학적 연구

신순범, 최우석, 이지희, 임치원, 조미라¹, 김동욱¹

국립수산물연구원 남해수산연구소 양식산업과, ¹국립수산물연구원 식품위생가공과

Study of Sanitary Safety for Arkshell (*Scapharca broughtonii*) in Kamak Bay, Korea

Soon Bum Shin, Woo Suk Choi, Ji Hee Lee, Chi Won Lim, Mi Ra Jo¹ and Dong Wook Kim¹

South Sea Fisheries Research Institute, NIFS, Yeosu 59780, Republic of Korea

¹Food Safety and Processing Research Division, NIFS, Busan 46083, Republic of Korea

ABSTRACT

In this study, we investigated bacteriological and toxicological safety of arkshell produced in the designated area of Kamak Bay from 2019 to 2020. And it evaluated whether it could be exported according to EU regulations. In 2019, 15 surveys were conducted on the A1 station. As a result, the plate count was detected 20 to 33,000 CFU/g and the fecal coliform and *Escherichia coli* were detected as < 18-230 and < 18-110 MPN/100g, respectively, and salmonella spp., paralytic and diarrhetic shellfish toxins were not detected in all samples. In addition, in order to confirm the representativeness of the survey sites, 4 sites were surveyed in 2020. As a result, paralytic shellfish toxins was detected 0.38-0.45 ug/kg which is less than the acceptable standard and significant difference between survey sites could not be confirmed similar to the results of *Escherichia coli*, etc.

Key words : Kamak Bay, Arkshell, *Escherichia coli*, Designated area

서 론

패류는 어류 등의 수산물에 비해 운동성이 적고 육상과 인접한 내만에 서식하며 생활에 필요한 영양분을 인근 해수나 저질을 여과섭식하여 공급받는 특성이 있어 주변 오염물질이 해역으로 유입될 경우 그 영향을 받을 가능성이 높다. 따라서 이러한 패류가 생산되는 해역은 체계적인 관리가 요구되며 미국, EU 등 선진국에서는 정기적인 모니터링을 통해 해역의 등급을 부여하고 오염원에 대한 관리 등을 위한 위생프로그램을 시행하고 있다. 이러한 해역의 등급 결정에 있어, 미국과 EU는 조사대상 및 분석항목을 달리하고 있으며, 미국의 경우 해역의

해수에서 검출되는 대장균군 (Total coliform) 또는 분변계대장균 (Fecal coliform) 의 농도에 따라 5개의 등급으로 분류하고 있고, EU는 해역에서 생산되는 패류에서 검출되는 대장균 (*Escherichia coli*) 의 농도에 따라 3개의 등급으로 분류하고 있다. 또한 이러한 등급부여를 통해 생산 후 즉시 출하 가능 여부 및 정화나 가열 등의 처리과정의 필요 여부를 판단할 수 있으며 이러한 나라들에서는 자국에서 생산되는 패류에 대해 해역분류 시스템 적용하는 한편 수입 패류에 있어서도 이렇게 해역분류를 통해 입증된 패류만을 허용하고 있다 (U.S. FDA, 2016; European Commission, 2015; Shin *et al.*, 2019).

우리나라는 농수산물품질관리법에 따라 패류 수출을 위한 해역 (수출용패류생산지정해역, 이하 지정해역) 을 별도로 지정하고 있으며, 해양수산부에서는 한국패류위생계획을 수립하여 이러한 해역에 대한 체계적인 관리를 수행하고 있다. 현재 우리나라에 지정된 수출용 해역은 7개소로 경남의 한산·거제만, 자란·사량도, 미륵도, 강진만 및 전남의 가막만, 나로도가 여기에 해당한다 (MOF, 2013; MOF, 2019).

해역의 수질을 바탕으로 해역을 분류하는 미국과 달리 EU로 수출하기 위해서는 해당 패류에 대한 위생조사가 요구되며

Received: December 10, 2020; Revised: December 24, 2020;
Accepted: December 29, 2020

Corresponding author: Soon Bum Shin

Tel: +82 (61) 690-8993, e-mail: sss0716@gmail.com
1225-3480/24773

This is an Open Access Article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License with permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproducibility in any medium, provided the original work is properly cited.

EU로 수출 가능한 품종은 해역별로 이러한 조사가 수행되고 있는 품종에만 제한된다. 현재 EU 수출을 목적으로 위생조사가 실시되는 품종은 굴, 바지락, 지중해 담치 및 피조개가 있으며 전남권역은 가막만의 굴과 나로도도의 바지락이 현재 조사되고 있다 (MOF 2019).

본 연구의 조사해역인 가막만은 전남 여수시에 위치하는 대표적 패류 생산지로 굴, 지중해 담치, 피조개 (*Scapharca broughtonii*) 등이 많이 생산되고 있다. 동 해역 위생상태에 대한 보고는 주로 해수 또는 지정해역 내에서 생산된 굴에 대한 결과로 가막만의 주요 생산품종 중 하나인 피조개에 대한 위생상태는 보고된 바 없다 (Kwon et al., 2012; Ha et al., 2017). 따라서 본 연구에서는 가막만 지정해역 내에서 생산되는 피조개에 대한 위생상태를 파악하고 EU의 해역분류 체계에 따른 등급결정 및 수출 가능 여부를 평가하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 조사지점 및 시료채취

가막만에 설정된 수출용패류생산지정해역의 경계 내에 허가된 피조개 면허는 만 중앙의 까막섬 좌측에 분포하는 300여 ha로 어촌계의 마을어업으로 양식이 이루어진다. 본 연구에서는 모니터링 지점의 대표성을 확인하기 위하여 피조개 양식장의 면적을 고려하여 4개 조사지점을 설정하여 2020년 3월부터 11월까지 6회 시료를 채취하였다. 또한, 가막만 지정해역 내의 피조개에 대한 위생상태 파악 및 EU 규정에 따른 해역분류를 위하여 오염원과 인접하며 대표성이 확인된 A1 조사지점에 대하여 2019년 4월부터 11월까지 15회 시료를 채취하여 세균학적 및 독물학적 위생상태를 분석하였다. 모든 시료는 무균처리된 Whirl-pak bag (Nasco, US) 에 보관하여 저온상태로 실험실로 운반 후 24시간 안에 실험에 사용하였다 (Fig. 1).

2. 일반세균수 (Plate count) 분변계대장균 (Fecal coliform), 대장균 (*Escherichia coli*) 및 살모넬라 (*Salmonella* spp.) 분석

새꼬막 시료에 대한 일반세균수, 분변계대장균, 대장균 및 살모넬라 분석은 Recommended Procedures for the Examination of Sea water and Shellfish (APHA, 1970), Most probable number technique using 5-bromo-4-chloro-3-indolyl-β-D-glucuronide (ISO/TS 16649-3:2015) 및 식품의 기준 및 규격(MFDS, 2020) 을 각각 참고하였다. 대장균군의 추정시험과 확정시험에는 Lauryl tryptose broth (Difco, US) 와 EC broth (Difco, US) 배지를 사용하였고 대장균의 추정시험과 확정시험에는 Mineral modified glutamate medium (Oxoid, US) 및 Tryptone bile glucuronide agar (Oxoid, US) 를 사용하였다. 시료는 단계

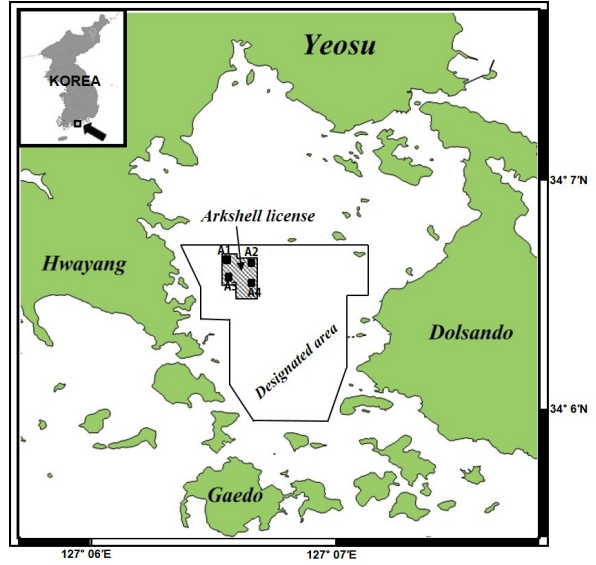


Fig. 1. Sampling stations in Kamak Bay; ■, Arkshell; —, Designated area

별 회석을 통하여 3단계로 회석한 후 각각 5개의 시험관에 시료를 접종하였으며 결과는 양성으로 판정된 시험관을 확인하여 MPN (Most Probable) 로 산출하였다.

또한 일반세균수 분석은 분변계대장균 분석에 사용된 회석액을 각각 2개의 멸균된 펠트리디쉬에 1 mL씩 접종하고 Plate Count Agar (Difco, USA) 를 18-20 mL 분주하여 배양 후 확인된 집락을 CFU (Colony Forming Unit) 로 표시하였다.

살모넬라는 시료를 BPW에 1차 배양 후 Tetrathionate broth (Merck, Germany) 와 Rappaport-Vassiliadis broth (Merck, Germany) 에 접종하고 각각 42°C 및 35°C에서 18-24시간 2차배양하였다. 배양액은 선택배지인 Xylose Lysine Desoxycholate agar (BD, US) 및 BG Sulfa Agar Brilliant Green (BD, US) 에 도말하여 배양 후 전형적인 집락이 확인되면 그 집락을 Triple Sugar Iron Agar (Merck, Germany) 사면배지에 재배양하였다. 이후 표준균주인 *Salmonella typhi* (KCTC 2425) 와 같은 성상을 나타내면 미생물동정장치 (VITEK II system, BioMerieux) 에서 최종 동정하였다.

3. 마비성 (Paralytic Shellfish Poisoning, PSP) 및 설사성 (Diarrhetic Shellfish Poisoning, DSP) 패류독소 분석

마비성 패류독소 분석은 Recommended Procedures for the Examination of Sea water and Shellfish (APHA, 1970) 를 참고하여 다음과 같이 분석하였다.

수도수로 깨끗이 씻은 후 물기를 제거한 패육 150 g을 시료

Table 1. MS/MS parameters and analysis condition for detection fo diarrhetic shellfish poisoning toxins

Toxins	Parent ions (<i>m/z</i>)	Fragment ions (<i>m/z</i>)	Mode	Collision energy (eV)
OA	803.20	254.91	ES- ¹⁾	45
DTX1	817.30	255.00	ES-	45
DTX2	803.20	254.91	ES-	45

Capillary voltage : 3.5 kV, Cone voltage : 40 V, Source temp : 150°C, Desolvation temp: 350°C

¹⁾Electrospray negative ion

Table 2. Results of the microbiological examinations of arkshell in Kamak bay (2019)

Staion	No.	Sampling Date	Plate count (CFU/g)	Fecal coliform (MPN/100 g)	<i>E. coli</i>	
					MPN/100 g	95% C.L. ¹⁾ (Lower to Upper)
A1	1	2019-04-09	100	< 18	< 18	0 - 33
	2	2019-04-23	60	< 18	20	4.8 - 82
	3	2019-05-07	100	20	20	4.8 - 82
	4	2019-05-21	50	< 18	20	4.8 - 82
	5	2019-06-19	360	110	< 18	0 - 33
	6	2019-06-27	33,000	230	110	57 - 230
	7	2019-07-08	90	< 18	< 18	0 - 33
	8	2019-08-05	1,100	< 18	20	4.8 - 82
	9	2019-08-19	300	< 18	< 18	0 - 33
	10	2019-10-15	200	< 18	< 18	0 - 33
	11	2019-10-22	100	< 18	< 18	0 - 33
	12	2019-11-11	100	< 18	< 18	0 - 33
	13	2019-11-25	20	< 18	< 18	0 - 33
	14	2019-12-16	280	< 18	< 18	0 - 33
	15	2019-12-31	2,000	< 18	< 18	0 - 33

¹⁾ The 95% confidence limits was based on ISO 7218 (2013)

로 사용하였으며 균질화 후 동량의 0.1N HCl (Merck, Germany) 을 첨가하고 5분간 가열한 다음 실온상태까지 냉각하였다. 이 후 200 mL (pH 2.0-4.0) 의 시료를 원심분리 (3,000 rpm, 5분) 후 상층액을 추출액으로 사용하였으며 3마리의 mouse (Institute Cancer Research계, 18-21 g) 에 1 mL씩 복강주사하고 사망시간을 초 단위로 측정하여 sommer's 표에 따라 마비성 패류독소의 독력을 산출하였다.

설사성 패류독소의 분석은 기기분석을 통하여 okadaic acid (OA), dinophysistoxin-1 (DTX-1) 및 dinophysistoxin-2 (DTX-2) 의 총량으로 계산하였다. 시료는 90% methanol로 추출, 원심분리 후 0.22 µm syringe filter로 여과하였다. 용매로 사용된 Acetonitrile과 methanol은 HPLC grade (Merck, Germany) 를 사용하였고, formic acid, ammonium formate는 mass spectrometry grade (Sigma, USA) 를 사용하였다.

독소의 분리를 위해 ACQUITY UPLC H-Class (Waters, Milford, USA), Xevo TQ-S mass spectrometer (Waters,

Milford, USA) 및 분석용 column으로 ACQUITY UPLC® BEH C18 (2.1 × 100 mm, 1.7 µm) 를 사용하였다. 성분에 대한 검출은 multiple reaction monitoring (MRM) 법으로 계산하였으며 분석조건 및 각 성분분석을 위한 parameter는 Table 1에 나타내었다.

결과 및 고찰

1. 가막만 피조개에 대한 식품 안전성 평가 및 EU 규정에 따른 해석분류

가막만 지정해역 내 피조개 조사지점 A1에 대한 세균학적 및 독물학적 분석결과는 Table 2에 나타내었다. 2019년 4월부터 12월까지 15회에 대한 조사결과, 일반세균수는 20-33,000 CFU/g, 분변계대장균 및 대장균은 < 18-230 및 < 18-110 MPN/100g으로 검출되었다. 또한 조사기간 중 살모넬라와 마비성 및 설사성 패류독소는 모든 시료에서 검출되지 않았다. 설사성 패류독소 분석을 위한 표준독소 (OA, DTX1,

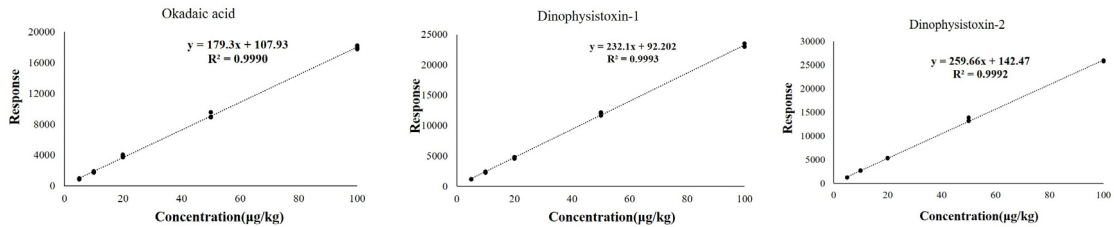


Fig. 2. The standard curve for okadaic acid (OA), dinophysistoxin-1 (DTX1)

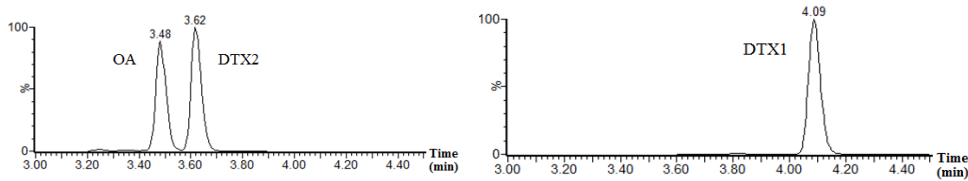


Fig. 3. Chromatograms of the standard solution (100 µg/kg) of okadaic acid (OA), dinophysistoxin-1 (DTX1) and dinophysistoxin-2 (DTX2).

DTX2) 에 대한 표준곡선의 결정계수 (r^2) 는 0.99 이상으로 확인되었으며 크로마토그램에서 OA(3.48 min), DTX-1 (4.09 min), DTX-2 (3.62 min) 에서 각각 검출되었다 (Fig. 2, 3).

국내에서 소비되는 수산물에 대한 위생기준은 식품의 기준 및 규격에 따라 판단되며 냉동수산물은 일반세균수 100,000 CFU/g 이하, 생굴의 경우 대장균 230 MPN/100g을 허용기준으로 설정하고 있다 (MFDS, 2020). 본 연구결과 가막만의 피조개는 일반세균수가 33,000 CFU/g 이하이고 대장균이 110 MPN/100g 이하로 검출되어 동 기준에 부합하는 것으로 확인되었다. 또한 미국의 경우 각 주마다 패류의 분변계대장균 또는 대장균 농도 230 MPN/100g을 허용기준으로 설정하고 있으며 (NFI, 1998; U.S. FDA, 2016) 가막만의 피조개에서 검출된 분변계대장균 및 대장균은 동 기준에 부합하는 것으로 확인되었다. 본 연구결과 마비성 및 설사성 패류독소는 검출되지 않았으나, 우리나라를 포함한 여러 나라에서 패류독소에 대한 검출사례가 빈번하게 보고된 바 있으며 본 연구대상인 피조개를 포함한 패류의 안전성에 주요한 지표로 평가되므로 지속적인 조사가 이루어져야 할 것이다 (European Commission, 2015; U.S. FDA, 2016; Ha *et al.*, 2018)

EU의 해역 분류는 패류에서 검출되는 대장균의 농도에 따라 A, B, C class로 분류한다. 조사 기간 중 시료의 80%가 대장균 농도 230 MPN/100g을 넘지 않고 모든 시료에서 700 MPN/100g을 초과하지 않을 경우 A class로 분류하여 즉시 출하가 가능하도록 허가한다. 시료의 90%가 4,600 MPN/100g 이하이며 모든 시료가 46,000 MPN/100g 이하인 경우는 B class로 46,000 MPN/100g을 초과하지 않는 경

우는 C class로 분류하며 B와 C class에서 생산된 패류는 정화나 허가된 처리방법을 거쳐 출하하게 된다 (European Commission, 2015).

그리고 EU의 해역분류 단계는 예비분류 (Preliminary classification), 잠정분류 (Provisional classification), 연차/완전 분류 (Annual/full classification) 등으로 나눌 수 있다. 예비분류는 위생조사가 이루어지지 않은 품종에 대하여 동일 해역에서 기준에 분류가 이루어진 타 품종을 활용하여 새로운 품종을 분류하는 것으로 가막만 지정해역 내에서 생산된 피조개는 기존의 동일해역 내의 굴이 A class로 분류된 바 있으므로 1단계 하향 조정하여 B class로 예비분류 할 수 있다. 연차/완전 분류는 12개월 동안 정기적인 월별 모니터링을 통하여 해역을 분류하는 것으로 EU 수출을 위해서는 월별 모니터링을 통한 연차/완전 분류가 매년 지속적으로 이루어져야 한다 (FSA, 2018). 잠정분류는 연차/완전 분류 전 단계로 위생조사가 자료가 없는 해역 (품종) 에 대하여 최소 1주일 이상의 간격으로 10회 이상의 샘플링을 통하여 잠정적으로 분류하는 것으로 본 연구에서는 2주 간격으로 15회의 샘플링을 실시하였으며 그 결과 검출된 대장균의 농도는 < 18-110 MPN/100g으로 조사지점은 A1은 EU의 A class로 평가되었다. 이전 보고에 따르면 2012년 1월부터 2016년 12월까지 5년간 가막만 지정해역 내의 굴 5개 지점에서 검출된 대장균의 농도는 < 18-220 MPN/100g으로 EU의 A Class에 부합하는 것으로 평가된 바 있다 (Ha *et al.*, 2018). 또한 한산·거제만, 자란·사량도, 강진만 및 나로도의 패류에서도 EU의 A class로 평가한 바 있으며 (Mok *et al.*, 2016A, 2016B; Shin *et al.*, 2017; Lee *et al.*, 2019) 본 연구를 통하여 전남지역에서는 동

Table 3. Summary of microbiological and toxicological examination of 4 arkshell in Kamak bay (2020)

Station	Results (Detection range)				No of Samples
	Plate count (CFU/g)	Fecal coliform (MPN/100g)	<i>E. coli</i> (MPN/100g)	PSP (mg/kg)	
A1	100-4,100	< 18-490	< 18-330	0.38-0.43	6
A2	130-3,900	< 18-330	< 18-230	0.41-0.42	6
A3	70-3,700	< 18-490	< 18-330	0.42-0.45	6
A4	60-3,300	< 18-330	< 18-230	0.41-0.44	6
Total	60-4,100	< 18-490	< 18-330	0.38-0.45	24

해역의 굴과 나로도의 바지락에 이어 가막만의 피조개가 EU 수출이 가능해 질 것으로 판단된다.

2. 월별 모니터링을 위한 조사지점의 대표성 확인

EU의 해역분류 등급 결정을 위한 A1 조사지점의 결과 EU의 A class로 확인되었으나, A1 주변의 피조개 양식면적은 대

략 300 ha로 추후 지속적인 모니터링을 위해서는 본 조사지점이 이러한 피조개 양식장을 대표하는 지점이어야 한다. 따라서 A1 조사지점과 함께 어장분포를 고려한 3개의 조사지점을 추가하여 2020년 6회 조사한 결과를 Table 3과 Fig. 4에 나타내었다.

조사기간 중 4개 조사지점에서 검출된 일반세균수, 분변계대장균 및 대장균의 범위는 각각 60-4,100 CFU/g, < 18-490 MPN/100g 및 < 18-330 MPN/100g로 확인되었다. 일반세균수는 2019년 결과와 마찬가지로 국내의 위생기준 100,000 CFU/g 이하로 확인되었으며 4개 조사지점 중 A1 조사지점에서 가장 높은 농도로 검출되었다. 분변계대장균의 경우, 2020년 10월 및 11월 조사결과 230 MPN/100g을 초과하여 검출되었으며 조사지점 중 A1의 농도가 490 및 460 MPN/100g 가장 높았다. 대장균은 10월 조사결과 230 MPN/100g을 초과하였으며 A1와 A3의 농도가 330 MPN/100g으로 가장 높았다. 이상의 결과 4개의 조사지점 중 A1의 조사지점이 조사기간 중 일반세균수, 분변계대장균 및 대장균의 농도가 다소 높은 것으로 확인되었으며 이는 해안선에 가장 인접하여 A1 지점이 주변의 오염원에 영향을 받을 가능성이 가장 높은 것으로 판단된다.

이전 연구에 따르면 본 연구 해역인 가막만의 해안선에는 312개의 오염원이 존재하며 일부 오염원에서 분변오염 정도가 높은 하수가 해역으로 직접 유입되고 있다고 보고하였다. 이러한 오염원이 본 연구의 피조개 조사지점에 영향을 미치는 것으로 판단되며 대장균 등의 검출농도가 가장 높았던 A1 조사지점이 가막만 지정해역 내의 피조개 어장을 대표할 수 있는 것으로 평가되어 향후 지속적인 모니터링을 수행할 지점으로 평가된다 (Shin *et al.*, 2019).

2019년 조사결과 A1 조사지점에서는 마비성 패류독소가 검출되지 않았으나, 2020년 4개 조사지점에서 0.38-0.45 mg/kg으로 검출되었다. 마비성 패류독소는 인체에 치명적인 급성치사 독성을 나타내기 때문에 우리나라를 포함한 선진국에서는 허용기준을 0.8 mg/kg으로 설정하고 있으며 주기적인 모니터

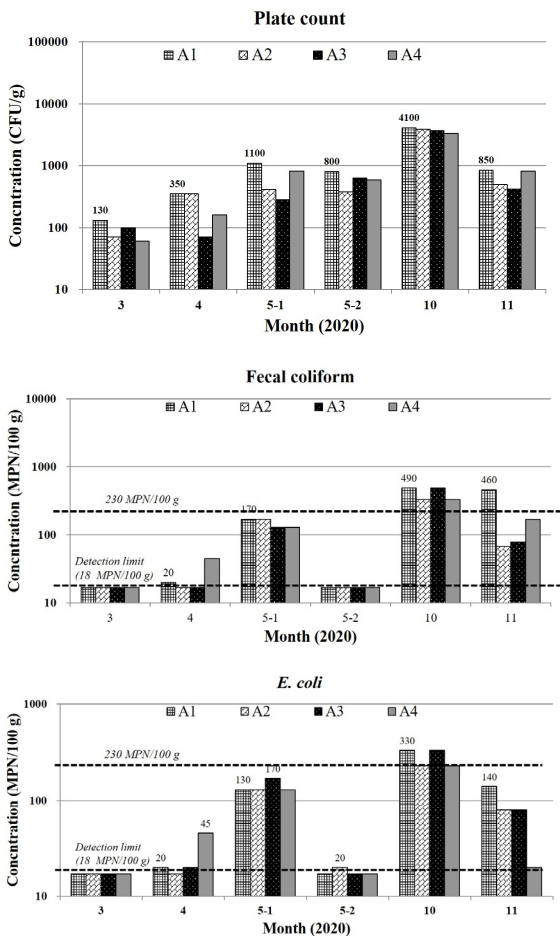


Fig. 4. Changes in plate count, fecal coliform and *E. coli* levels for 4 Sampling sites (arkshell).

링 시스템을 통해 해역을 관리하고 있다 (Toyofuku, 2006; Ha *et al.*, 2018). 패종별 마비성 패류독소의 축적 차이를 비교한 이전 연구에 따르면 같은 해역에 이식한 4 종류의 패류 중 지중해 담치 (*Mytilus edulis*) 및 가리비 (*Argopecten irradians*) 는 기준치를 초과했으며 바지락 (*Ruditapes philippinarum*) 및 굴 (*Crassostrea gigas*) 은 기준치 이하로 검출된 사례를 보고하였다 (Mok *et al.*, 2012). 본 연구에서 2020년 6회 조사결과, 피조개에서도 마비성 패류독소가 검출되는 사례를 확인하였으며 4개 지점에서 검출된 마비성 패류독소의 농도는 유의한 차이가 없는 것으로 확인되었으나, 기후변화 등의 다양한 환경에서 식중독 사고의 잠재적 요소로 작용할 수 있으므로 앞으로도 체계적인 관리가 요구된다. 또한 2020년 분석된 24개 시료 모두에서 살모넬라 및 설사성 패류독소는 검출되지 않았다.

요 약

본 연구에서는 가막만 지정해역 내에서 생산되는 피조개에 대한 위생상태를 파악하고 EU의 해역분류 체계에 따른 등급 결정 및 수출 가능 여부를 평가하고자 하였다. 2019년 4월부터 12월까지 15회에 대한 조사결과, A1 조사지점의 일반세균 수는 20-33,000 CFU/g, 분변계대장균 및 대장균은 < 18-230 및 < 18-110 MPN/100g으로 검출되었으며 살모넬라와 마비성 및 설사성 패류독소는 모든 시료에서 검출되지 않았다. 이러한 결과들은 가막만 피조개가 국내외의 위생기준에 부합하다는 것을 의미하며, EU의 해역분류에 따라서도 A class로 평가되어 가막만의 피조개가 EU 수출이 가능해 질 것으로 판단된다.

또한, 조사지점의 대표성을 확인하기 위하여 A1 조사지점과 함께 어장분포를 고려한 3개의 조사지점을 추가하여 2020년 6회 조사한 결과, 4개 조사지점에서 마비성 패류독소가 허용기준치 이하인 0.38-0.45 ug/kg 되었으며 대장균 등의 조사결과와 마찬가지로 조사지점간의 유의한 차이를 확인할 수 없었다. 아울러 향후 가막만 지정해역 내의 피조개에 대한 안전성을 확보하고 연차별 해역평가를 위해서는 육상오염원과 가장 인접한 A1 조사지점에 대한 월별 모니터링이 필요할 것으로 판단된다.

사 사

본 연구는 국립수산물과학원 연구사업인 ‘수출패류 생산해역 및 수산물 위생조사 (R2020052)’ 에 의해 이루어졌습니다.

REFERENCES

- APHA (1970) Recommended procedures for the examination of seawater and shellfish. 4th Edition. pp. 1-47. American Public Health Association, Washington.
- European Commission (2015) Commission Regulation (EU) 2015/2285 amending Annex II to Regulation (EC) No 854/2004 of the European Parliament and of the Council laying down specific rules for the organisation of official controls on products of animal origin intended for human consumption as regards certain requirements for live bivalve molluscs, echinoderms, tunicates and marine gastropods and Annex I to Regulation (EC) No 2073/2005 on microbiological criteria for foodstuffs. Official Journal of the European Union.
- FSA (2018) Protocol for Classification of Shellfish Production Areas, England and Wales. pp. 1-21. Food Standards Agency, October 2018. Retrieved from <https://eur.cefass.org/public-documents/official-control-guides.aspx> on October 3.
- Ha, K.S., Shin, S.B., Lee, K.J., Jeong, S.H., Oh, E.G., Lee, H.J., Kim, D.W. and Kim, Y.K. (2017) Evaluation of the Bacteriological and Toxicological Safety for the Shellfish Growing Area in the Kamakman area, Korea. *Journal of Food Hygiene and Safety*, **32**(6): 542-549. Retrieved from <https://doi.org/10.13103/JFSH.2017.32.6.542>.
- Ha, K.S., Lee, K.J., Jeong, Y.J., Mok, J.S., Kim, P.H., Kim, Y.K., Lee, H.J., Kim, D.W., Son, K.T. (2018) Evaluation of Sanitary Safety for Shellfish in Hansan · Geojeman, Korea. *Journal of Food Hygiene and Safety*, **33**: 404-411. Retrieved from <https://doi.org/10.13103/JFHS.2018.33.5.404>.
- ISO (2013). Microbiology of food and animal feeding stuffs — General requirements and guidance for microbiological examinations. AMENDMENT 1. International Organization for Standardization. 7218.
- ISO (2015) Microbiology of the food chain- Horizontal method for the enumeration of beta- glucuronidase positive *Escherichia coli* Part 3: Detection and most probable number technique using 5-bromo-4-chloro-3-indoly-β-D-glucuronide. International Organization for Standardization. 16649-3.
- Kwon, J.Y., Park, K.B.W., Song, K.C., Oh, E.G., Lee, H.J., Jo, M.R., Kim, J.H., Son, K.T. (2012) Variation of the bacteriological seawater quality in the Kamak Bay. *Korean Journal of Fisheries and Aquatic Science*, **45**(5): 460-464. Retrieved from <https://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2012.35.0460>.
- Lee, J.H., Shin, S.B., Jeong, S.H., Ha, K.S., Lee, K.J., Son, K.T. and Lim, C.W. (2018) Assessment of Sanitary Safety of the Oyster (*Crassostrea gigas*) and Short neck clam (*Ruditapes philippinarum*) in Narodo Area, Korea. *Korean Journal of Malacology*, **34**(4): 241-249. Retrieved from <https://doi.org/10.9710/kjm.2018.34.4.241>.

- MFDS. (2020) Korea food standards. The Notification of Ministry of food and drug safety. Article. 2020-98. Retrieved from <http://www.law.go.kr> on November 2.
- MOF (2013) Designation of the shellfish growing area for export. Article 2013-153. Ministry of Oceans and Fisheries, Sejong.
- MOF (2019) Korean Shellfish Sanitation Program. pp. 1-94. Ministry of Oceans and Fisheries, Sejong. Retrieved from <http://www.mof.go.kr> on October 3.
- Mok, J.S., Oh, E.G., Son, K.T., Lee, T.S., Lee, K.J., Song, K.C. and Kim, J.H. (2012) Accumulation and depuration of paralytic shellfish poisoning in marine organisms. *Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 45: 465-471. Retrieved from <https://doi.org/10.5657/JFHS.2012.0465>.
- Mok, J.S., Lee, T.S., Kim, P.H., Lee, H.J., Ha, K.S., Shim, K.B., and Lee, K.J. (2016A) Bacteriological quality evaluation of seawater and oysters from the Hansan-Geojeman in Korea, 2011-2013: impact of inland pollution sources. *SpringerPlus*, 5: 1412. Retrieved from <https://dx.doi.org/10.1186/s40064-016-3049-9>.
- Mok, J.S., Lee, K.J., Kim, P.H., Lee, T.S., Lee, H.J., Jung, Y.J., and Kim, J.H. (2016B) Bacteriological quality evaluation of seawater and oysters from the Jaranman-Saryangdo area, a designated shellfish growing area in Korea: impact of inland pollution sources. *Marine pollution bulletin*, 108: 147-154. Retrieved from <https://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.04.036>.
- NFI. (1998). State Guidelines for coliforms, fecal coliform, and E. coli. National Fisheries Institute, Arlington, VA.
- Shin, S.B., Ha, K.S., Lee, K.J., Jeong, S.H., Lee, J.H., Oh, E.G., Kim, Y.K., Lee, H.J. (2017) Assessment of Sanitary Safety of the Oyster (*Crassostrea gigas*), Short neck clam (*Ruditapes philippinarum*) and Small ark shell (*Scapharca subcrenata*) in Gangjin Bay, Korea. *Korean Journal of Malacology*, 33(4): 275-283. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.9710/kjm.2017.33.4.275>.
- Shin, S.B., Jeong, S.H., Lim C.W., Choi, W.S., and Lee, J.H., (2019) Impact of Inland Pollution sources on Oysters (*Crassostrea gigas*) produced in Kamak Bay, Korea. *Korean Journal of Malacology*, 33(4): 275-283. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.9710/kjm.2019.35.4.321>.
- Toyofuku, H. (2006) Joint FAO/WHO/IOC activities to provide scientific advice on marine biotoxins (research report). *Marine Pollution Bulletin*, 52: 1735-1745.
- US FDA (2016) National Shellfish Sanitation Program, Guide for the Control of Molluscan Shellfish. U.S. Food and Drug Administration, Silver Spring. Retrieved from <https://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/FederalStateFoodPrograms/ucm2006754.htm> on October 1.

