

온라인에서 유통중인 우렁쟁이(*Halocynthia roretzi*)의 식중독세균 오염도 조사

전은비* · 김소희* · 박신영*†

*경상국립대학교 해양산업연구소(학생) · †경상국립대학교(교수)

Food Poisoning Bacteria Safety Evaluation in the Sea squirt(*Halocynthia roretzi*) Distributed through Online Markets

Eun Bi JEON* · So Hee KIM* · Shin Young PARK†

*Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University(student)

†Gyeongsang National University(professor)

Abstract

This study assessed the quantitative analysis of total viable bacteria, coliforms, *Escherichia coli*, and *Staphylococcus aureus* and qualitative analysis of 9 pathogenic bacteria [*Salmonella* spp., *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio vulnificus*, *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes*, *Enterohemorrhagic Escherichia coli* (EHEC), *Yersinia enterocolitica*, *Bacillus cereus*, *Campylobacter jejuni/coli*] in the frozen and raw sea squirt (*Halocynthia roretzi*). This microbial analysis was performed using the methods in Korean food code. The range of total viable bacteria was 2.50-4.55 (3.13±0.28) log CFU/g for frozen sea squirt and 2.60-4.80 (3.22±0.30) log CFU/g for raw sea squirt. Less than 1-2 log CFU/g of coliforms was detected in frozen and raw samples. *E. coli* was not detected in all samples (ND: < 10 CFU/g). *S. aureus* was detected at 1.48-1.99 log CFU/g in most samples. All nine pathogenic bacteria were qualitatively detected as negative. The microbial contamination levels determined in the current study may be potentially used as the basic data to execute microbial risk assessments of sea squirt.

Key words : Sea squirt, Food-borne pathogenic, Microbiological hazard analysis

I. 서론

수산물에 가열이나 조리를 하지 않고 날 것으로 섭취할 수 있기 때문에 세균성 식중독의 주요 원인식품으로 알려져 있다. 특히 5월에서 9월까지 기온이 증가함에 따라 수산물 섭취로 인한 식중독의 위험이 증가한다. 또한, 수산물은 생산 및 유통 과정에서도 습도가 높은 환경에 장시간 노출될 가능성이 있기 때문에 미생물의 성장 및 대사가 활발하게 진행될 수 있다(Noh et al., 2019).

수산물에서 발생하는 세균성 식중독의 검출율은 어류, 패류, 갑각류 등의 품목과 생산되는 지역이나 제조 환경에 따라 차이가 있을 수 있으나 총 213건의 국내산 수산물을 모니터링 한 결과 *Vibrio parahaemolyticus*가 65건(30.5%), *Bacillus cereus*가 21건(9.9%), *Staphylococcus aureus*가 8건(3.8%)이 검출된 바 있다(Kim et al., 2005). 더욱이 광어, 우럭 등 생선회의 검출율(28.9%) 보다 해삼, 우렁쟁이, 굴 등의 패류에서 높은 검출율(49.2%)을 나타내었다(Kim et al., 2005).

† Corresponding author: 055-772-9143 sypark@gun.ac.kr

멍게라고도 불리는 우렁쟁이(*Halocynthia roretzi*)는 다당류를 주성분으로 하는 질긴 외피의 주머니를 가진 피낭동물의 식용 수산물로 우리나라 거제, 통영 등의 남동해, 제주도 해역에 걸쳐 널리 분포할 뿐만 아니라 이들 지역에서 양식하고 있다. 우렁쟁이는 글리코겐 함유량이 다른 품종에 비해 많고 *cynthiol*, *octanol* 등의 불포화알코올 함유량이 풍부하여 독특한 향미를 내기 때문에 기호식품으로 수요가 꾸준히 증가하고 있다(Kim et al., 2006). 우렁쟁이는 본래 횡감으로 즐겨 식용되어 왔으나 근래에는 젓갈이나 비빔밥으로도 섭취되고 있다. 그러나, 건조, 저온 저장 및 염장 중에 일어나는 육의 갈변으로 인해 우렁쟁이의 상품가치를 현저히 떨어뜨리고 고유한 색과 맛을 상하게 하므로 가공 가능성이 낮다.

최근 온라인 쇼핑 시장의 성장과 더불어 코로나19의 직접적인 영향으로 인해 소비 트렌드는 언택트(Untact)로 변화되었으며, 이에 따라 집에 머무르는 시간이 증가함과 동시에 가정에서 편리하게 이용할 수 있는 온라인 쇼핑을 통한 제품 구매가 늘고 있다(Bhatti et al., 2020). 우렁쟁이의 수확시기는 늦봄부터 여름사이에 일시적으로 대량 생산되기 때문에 수확시기가 지나고 나면 주로 냉동상태로 온라인 판매가 대부분이며 서울과 수도권 지역 이외에 2일 이상 소요되는 배송기간 동안 유통 온도가 제대로 지켜지지 않아 식품의 품질저하 및 교차오염에 대한 우려가 높다. 또한 단순가공 우렁쟁이 제조단계에서 껍질을 벗기는 과정은 대부분 수작업으로 이루어지며 작업자의 손이 많이 접촉함에 따라 황색포도상구균의 2차 오염 가능성 또한 높은 실정이다(Son et al., 2005). 식품의약품안전처(MFDS, 2009)에 의하면 소비자들이 수산물 중 특히 우렁쟁이 섭취로 인한 식중독 위험에 대한 우려가 높다고(많이 있다 : 41.3%, 조금 있다 : 42.9%) 응답하여 우렁쟁이 섭취로 인한 병원성 식중독균의 오염 여부를 파악해야 할 필요가 있다. 특히, 다른 냉장 및 냉동 수산물과 비교했을 때 우렁쟁이의 안전성에 관련

된 선행연구는 미진한 상황이다.

따라서 본 연구에서는 냉동 및 냉장으로 온라인 유통중인 우렁쟁이의 미생물학적 안전성 확보를 위하여 우선적으로 우렁쟁이의 위생지표세균(일반세균수, 대장균군, 대장균)과 잠재 식중독세균(황색포도상구균, 살모넬라, 장염비브리오, 비브리오 패혈증균, 클로스트리디움 퍼프린젠스, 리스테리아 모노사이토제네스, 장출혈성 대장균, 여시니아 엔테로콜리티카, 바실러스 세레우스, 캄필로박터 제주니/콜리)의 정량적 및 정성적 오염도를 분석하여 미생물 오염에 대한 실태를 파악하고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 실험재료

본 실험은 유통되는 냉동 및 냉장 우렁쟁이(*Halocynthia roretzi*) 시료는 총 12건(냉장: 6건, 냉동: 6건)을 수거하여 사용하였다. 미생물 오염도를 조사하기 위하여 2022년 3월부터 7월까지 각기 다른 업체에서 온라인으로 구매하여 실험에 사용하였다. 시료는 멸균된 가위와 핀셋을 이용하여 무균적으로 채취하여 사용하였으며 모든 실험은 시료 수령 후 2시간 이내 분석하였다.

2. 일반세균수, 대장균군 및 대장균의 정량 분석

우렁쟁이의 미생물학적 안전성을 평가하기 위해 일반세균수, 대장균군 및 대장균에 대해 정량 분석을 실시하였다. 일반세균수는 생물안전작업대에서 시료 25 g에 0.85% 멸균생리식염수 225 mL를 가하여 균질기(BagMixer® 400, Interscience, Saint-Nom la Bretèche Arpents, France)를 이용하여 2분간 균질화하였다. 이후 균질액 1 mL를 취한 후 멸균생리식염수 9 mL에 단계 희석하였다. 주입평판법(pour plate method)에 따라 각 단계 희석액 1 mL를 평판에 분주하고 plate count

agar(PCA, Difco Laboratories, USA)를 petri dish에 약 15-20 mL씩 부어 고르게 혼합하였다. 37 °C에서 24-48시간 배양하여 형성된 집락수를 측정하였다.

대장균군 및 대장균의 정량분석을 위해서 일반세균수와 동일한 균질액 1 mL을 취하여 멸균생리식염수 9 mL에 단계 희석한 후 각각 대장균군 3M Petrifilm (Coliform/E. coli Count Plate, 3M Korea)에 희석액 1 mL를 분주하여 35±1 °C에서 24-48시간 동안 배양하였다. 대장균군은 붉은 집락 중 기포를 형성한 집락을 계수하고, 대장균은 주위에 기포를 형성한 푸른 집락의 수를 계수하였다.

3. 황색포도상구균의 정량분석

황색포도상구균은 일반세균수와 동일한 균질액 1 mL을 취하여 10진 희석법에 따라 희석하여 실험에 사용하였다. 황색포도상구균의 정량분석을 위한 배지는 baird-parker agar(BD Difco)를 사용하였으며 3장의 배지에 0.3 mL, 0.4 mL, 0.3 mL씩 총 1 mL가 되게 도말하여 완전히 흡수시킨 후 35-37°C에서 48±3시간 배양하였다. 배양 후 계수한 평판에서 5개 이상의 전형적인 집락을 선별하여 보통 한천배지에 접종하고 35-37°C에서 18-24시간 배양하여 그람양성 구균, coagulase 응집 유무 등의 확인시험을 실시한 후, 확인 동정된 균수의 평균에 희석배수를 곱하여 최종 정량하였다.

4. 살모넬라의 정성분석

살모넬라의 정성분석을 위해 시료 25 g과 펩톤 식염완충용액(buffered peptone water, BD Difco, Sparks, MD, USA) 225 mL를 첨가하여 36±1°C에서 18-24시간 증균배양한 후, 이 배양액 중 1 mL를 Tetrathionate broth (BD Difco, Sparks, MD, USA)에 첨가함과 동시에 Rappaport vassilidas broth (RV, BD Difco, Sparks, MD, USA) 배지에

0.1 mL에 첨가하여 각각 36±1 °C 및 41.5±1 °C에서 20-24시간 동안 2차 증균배양하였다. 이어 각각의 증균배양액을 Xylose lysine desoxycholate Agar (XLD, Oxoid, Hampshire, UK) 및 Brilliant green sulfa (BG Sulfa, Oxoid, Hampshire, UK) Agar에 획선도말한 후 36±1 °C에서 20-24시간 배양하였다. 의심스러운 집락 5개 이상을 취하여 Triple sugar iron agar(TSI)에 획선도말하고 37±1 °C에서 20-24시간 배양한 후 의심되는 균은 VITEK 2(bioMerieux, Durham, NC, USA) 실시하였다.

5. 장염비브리오 및 비브리오 패혈증균의 정성분석

장염비브리오 및 비브리오 패혈증균의 정성분석을 위해 시료 25 g과 225 mL의 APW(Alkaline peptone water, 2% NaCl)에 첨가하여 35-37 °C에서 18-24시간 증균배양하였다. 이 후 증균된 배양액을 Thiosulfate Citrate Bile Salt Sucrose 한천배지(TCBS, Oxford formulation, Oxoid, Hampshire, UK)에 획선도말하여 35-37 °C에서 18-24시간 동안 분리배양하였다. 배양 결과 청록색의 서당 비분해 집락을 2% NaCl을 첨가한 보통 한천배지에 접종한 후 35-37°C에서 18-24시간 배양하였고, 의심되는 균은 VITEK2(bioMerieux, Durham, NC, USA) 실시하였다.

6. 클로스트리디움 퍼프린젠스의 정성분석

클로스트리디움 퍼프린젠스의 정성분석을 위해 전처리 시료는 앞에서 언급한 일반세균수 측정용 전처리 시험용액 1 mL를 Cooked Meat Medium (Cooked meat, MCell, Seoul, Korea) 배지에 첨가하여 35-37 °C에서 18-24시간 동안 혐기배양하였다. 이후 이 배양액을 난황첨가 Tryptose sulfite cycloserine agar (TSC, Oxoid, Hampshire, UK)에 획선도말 한 다음 35-37 °C에서 18-24시간 혐기 배양하였고, 불투명한 환을 가진 황회색 집락을

보통 한천배지에 획선도말하여 혐기배양과 호기 배양을 동시에 실시하였다. 호기배양은 균의 비 발육 확인에 대해 확인시험을 실시하였다. 그람 양성간균으로 판정된 집락은 VITEK 2(bioMerieux, Durham, NC, USA) 실시하였다.

7. 리스테리아 모노사이토제네스의 정성분석

리스트리아 모노사이토제네스의 정성분석을 위해 시료 25 g을 취하여 *Listeria enrichment broth* (Oxoid, Hampshire, UK) 225 mL에 첨가한 후 30°C에서 48시간 증균배양 하였으며, 증균배양액을 *Oxford* 한천배지에 도말하여 35-37 °C에서 24-48시간 배양하였다. 의심집락이 확인되면 0.6% yeast extract가 포함된 tryptic soy agar(TSA)에 접종하여 30 °C에서 24-48시간 배양하였으며, 그람 양성간균으로 판정된 집락은 VITEK 2(bioMerieux, Durham, NC, USA) 실시하였다.

8. 장출혈성 대장균의 정성분석

장출혈성 대장균의 정성분석을 위해 시료 25 g과 Modified tryptone soya broth (mTSB, Oxoid, Hampshire, UK) 225 mL를 혼합하여 35-37 °C에서 24시간 증균배양하였다. 이후 분리를 위해 Tellurite cefixime-sorbitol macconkey agar (TC-SMAC, BD Difco, Sparks, MD, USA)와 5-bromo-4-chloro-3-indolyl- β -D-glucuronide (BCIG, BD Difco, Sparks, MD, USA)에 각각 획선도말하여 35 °C에서 24시간 배양하였다. TM-SMAC (sorbitol을 분해하지 않는 무색집락) 와 BCIG (청록색 집락)에서 형성한 집락 5개 이상을 취하여 보통 한천배지에 옮겨 배양한 후 Verotoxin PCR 법에 의해 확인시험을 실시하였다.

9. 여시니아 엔테로콜리티카의 정성분석

여시니아 엔테로콜리티카 정성분석을 위해 시

료 25 g을 Peptone Sorbitol Bile Broth (PSBB, MBCell, Seoul, Korea) 225 mL에 첨가함과 동시에 PSBB 배지를 가한 시험용액 10 mL를 취하여 Irgasan Ticarcillin and potassium chlorate broth (ITC, MBCell, Seoul, Korea) 90 mL에 가하였다. 각각의 시험용액을 25 °C에서 48시간 증균배양 하였으며, 배양액 0.1 mL를 0.5% KOH가 함유된 0.5% 멸균생리식염수 1 mL와 골고루 혼합하여 MacConkey Agar (Difco, BD Difco, Sparks, MD, USA)와 Cefsulodin Irgasan Novobiocin Agar (CIN, MBCell, Seoul, Korea)에 각각 접종하였다. 배양은 30 °C에서 24±2시간 하였으며 MacConkey agar(유당을 비분해하는 집락), CIN (중심부가 짙은 적색을 보이는 집락) 각각의 전형적인 집락 5개 이상을 취하여 VITEK 2(bioMerieux, Durham, NC, USA) 실시하였다.

10. 바실러스 세레우스의 정성분석

바실러스 세레우스의 정성분석을 위해 시료 25 g과 멸균생리식염수 225 mL를 가한 후 Mannitol Egg Yolk Polymyxin agar (MYP, Difco, BD Difco, Sparks, MD, USA)에 첨가한 후 37 °C에서 24시간 배양하였다. 배양 후 혼탁한 환을 갖는 분홍색 집락을 선별하여 보통 한천배지에 획선도말 후 30±1°C에서 24시간 배양하였다. 전형적인 집락은 VITEK 2(bioMerieux, Durham, NC, USA) 실시하였다.

11. 캄필로박터 제주니/콜리의 정성분석

캄필로박터 제주니/콜리 정성분석을 위해 시료 25 g를 100 mL의 Hunt broth(Campylobacter supplement 첨가, MBCell, Seoul, Korea)와 Preston broth (MBCell, Seoul, Korea)에 넣고 균질화한 후 35-37 °C에서 4-5시간 미호기적으로 1차 증균배양하였다. 이후 42±1°C에서 44±4시간 미호기적으로 2차 증균하였다. 이 배양액을 Preston agar (MBCell, Seoul, Korea)에 도말하여 42 °C에서

24-48시간 미호기적 암소에서 배양하였으며, 전형적인 집락을 항생제를 넣지 않은 Abeyta-Hunt Blood에 접종하여 42 °C에서 24-48시간 배양하였다. 반투명의 흰색 집락에 대해 VITEK 2(bioMerieux, Durham, NC, USA) 실시하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 우렁쟁이의 위생지표세균 및 황색포도상구균의 정량적 오염도 분석

온라인 유통되는 냉동 및 냉장 우렁쟁이 중 위생지표세균인 일반세균수, 대장균군 및 대장균의 오염도 분석을 위해, 각기 다른 업체에서 냉장 6건, 냉동 6건(총 12건)을 구입하여 실험한 결과를 <Table 1>에 나타내었다. 냉동 우렁쟁이 일반세균수의 경우 평균값이 3.13 log CFU/g였으며, 그 범위는 최소 2.50 log CFU/g 및 최대 4.55 log CFU/g으로 측정되었다. 냉장 우렁쟁이의 경우에는 평균값이 3.22 log CFU/g였으며, 그 범위는 최소 2.60 log CFU/g 및 최대 4.80 log CFU/g으로 측정되어 냉동 우렁쟁이와 냉장 우렁쟁이의 결과는 유의적으로 차이가 없었다($p>0.05$). 현행 식품공전(MFDS, 2023) 상 최종소비자가 그대로 섭취할 수 있도록 유통판매를 목적으로 위생처리하여 용기·포장에 넣은 동물성 냉동수산물의 기준규격 중에서 일반세균수는 n (시료수)=5, c (최대허용시료수)=2, m (미생물허용기준치)=100,000, M (미생물 최대허용기준치)=500,000으로 제시되어 있으며 본 연구결과는 국내에서 제시한 기준 규격을 충족하였다. 또한, 냉장 우렁쟁이의 기준 규격은 없으나, Solberg et al.(1990)의 식품 중 일반세균수의 안전기준치(10^6 CFU/g)로 비교한 결과 본 연구에서는 현저히 낮은 결과로 나타났다. Park et al.(2020)의 연구에서는 냉동굴의 일반세균을 측정된 결과 평균 1.9×10^4 CFU/g으로 본 연구의 최대값과 유사하다. 한편, Jeon et al.(2021)의 연구에서 초밥용 횡감(한치, 광어, 연어, 새우)에 존

재하는 일반세균수는 최대오염치인 3.10 log CFU/g으로 본 연구보다 약간 낮은 수치로 검출되었는데, 이는 가공 중 별도의 살균이나 소독처리를 통해 위생적으로 처리되었기 때문이라 추정되었다. 우렁쟁이는 굴과 마찬가지로 생산자에 의해 탈피 등의 공정을 거쳐 제조된 후에 유통되어 생산 과정이 비교적 간단하기 때문에 단순가공 수산물에 의해 발생하는 위생문제 최소화를 위해 지속적인 모니터링이 필요하다고 생각된다. 특히 젓갈이나 무침 등 생으로 섭취되는 경우가 많은 우렁쟁이의 특성상 미생물학적 안전성을 확보하기 위한 세척 및 비가열 살균 등의 추가적인 살균소독 방안이 필요할 것으로 사료된다.

냉동 및 냉장 우렁쟁이 중 대장균은 모든 시료에서 검출되지 않았으나, 냉동 우렁쟁이의 경우 대장균군 검출 평균값이 0.77 log CFU/g으로 6개의 시료 중 3건에서 검출되었으며, 최대 1.40 log CFU/g의 결과를 보였다. 냉장 우렁쟁이의 경우에는 검출 평균값이 1.06 log CFU/g으로 6개의 시료 중 5건에서 검출되었으며, 최대 1.90 log CFU/g의 결과를 보였다(<Table 1>). 본 연구에서는 냉동 우렁쟁이와 냉장 우렁쟁이의 유의적인 차이는 없었다($p>0.05$). 우렁쟁이 섭취로 인한 대장균/대장균군 발생에 관한 연구 결과는 없었지만, 현행 식품공전(MFDS, 2023) 상 최종소비자가 그대로 섭취할 수 있도록 유통판매를 목적으로 위생처리하여 용기·포장에 넣은 동물성 냉동수산물의 기준규격 중에서 대장균은 $n=5$, $c=2$, $m=0$, $M=10$ 으로 제시되어 있으며 본 연구결과는 국내에서 제시한 기준 규격을 충족하였다. 또한, Solberg et al.(1990)가 제시한 대장균군 10^3 log CFU/g 이하 안전기준도 초과하지는 않았으나 유통 온도의 상승이나 비위생적으로 취급되었으면 병원성 대장균을 포함한 다양한 식중독미생물이 검출될 가능성이 있음을 상기하여야 한다. 특히, 대장균군은 분변에 의한 오염지표세균으로서 비록 병원성 세균은 아니지만, *Escherichia* spp., *Salmonella* spp. 등과 같은 장내 병원성 미생물의

존재 가능성을 타진할 수 있기 때문에 원료의 안전성 검증에 주로 이용 되고 있다. 따라서 다량으로 식품에 존재할 경우 일부 면역기능이 약한 노약자와 어린이 등에게 기회감염균으로 작용하여 질병을 유발할 수 있으므로 더욱 철저한 위생 관념이 요구될 것으로 판단된다.

황색포도상구균은 화농성 질환 및 독소형 식중독의 대표적인 원인균으로, 건강한 사람과 동물의 피부 점막에 상재하고 있어 식품의 취급이나 제조 시 작업자의 많은 주의가 요구되는 세균 중 하나이다(Jo et al., 2011). 또한 자연계에 널리 분포하고 있는 특성 때문에 오염 경로도 다양해서 원인을 파악하기가 쉽지 않다. 본 연구에서는 우렁쉥이 중 황색포도상구균에 대한 오염도 분석결과를 <Table 1>에 나타내었다. 냉동 우렁쉥이에서 총 6건의 시료 중 4건에서 검출되었으며, 그 평균은 0.75 log CFU/g으로 나타나 최대 1.48 log CFU/g으로 분석되었다. 냉장 우렁쉥이에서도 총 6건의 시료 중 4건에서 검출되었으며, 그 평균은 1.00 log CFU/g이며 최대 1.99 log CFU/g으로 분석되어 냉동 우렁쉥이와 냉장 우렁쉥이의 유의적

인 차이는 없었다($p>0.05$). Jeong et al.(2018)의 연구에서 과메기의 경우 2.87-3.98 log CFU/g으로 나타났는데, 이는 모든 제조 공정이 작업자들의 수작업으로 이루어지고 있기 때문에 작업자 손에 의한 잠재적인 교차 오염이 있는 것으로 보고하였다. 본 연구의 우렁쉥이 또한 오염 수준은 낮지만 껍질을 벗기고 다듬는 과정에서 작업자의 부주의한 취급 또는 손을 통해 직접 또는 간접적으로 노출되었을 것으로 판단된다. 제조과정 대부분이 조리취급자의 맨손으로 이루어지는 초밥의 경우에도 황색포도상구균이 13.9% (15/108)로 다량 검출 되었다고 보고하였다(Kim et al., 2008). 앞서 제시한 결과들은 수산물 가공 특성상 작업자들의 손 뿐만 아니라 칼, 도마, 세척대 등에 의해 오염이 발생할 가능성이 높다고 생각되어 최종 유통 및 섭취까지 지속적인 주의가 요구된다.

2. 우렁쉥이의 식중독세균의 정성적 오염도 분석

일반세균수, 대장균군 및 대장균 등의 위생지

<Table 1> Quantitative contamination level of sanitary indicative bacteria and *Staphylococcus aureus* in frozen and raw sea squirt (*Halocynthia roretzi*) distributed in online markets

Sanitary indicative bacteria	Shipping condition	Total samples	Mean (log CFU/g)	Min.	Max.
Total viable bacteria	Frozen	6	3.13 ± 0.28 ^a	2.50	4.55
	Raw	6	3.22 ± 0.30 ^a	2.60	4.80
Coliform group	Frozen	6	0.77 ± 0.21 ^a	ND	1.40
	Raw	6	1.06 ± 0.33 ^a	ND	1.90
<i>E. coli</i>	Frozen	6	ND	-	-
	Raw	6	ND	-	-
<i>S. aureus</i>	Frozen	6	0.75 ± 0.21 ^a	ND	1.48
	Raw	6	1.00 ± 0.30 ^a	ND	1.99

Data represent means ± standard deviations of three measurements.

ND (not detected) at <10 CFU/g

Values with the same letter in the same column are not significantly different ($p>0.05$) by t-test

표세균을 검사하는 목적은 식품 전반에 대한 신선도와 병원성 미생물의 오염여부를 간접적으로 판단할 수는 있으나 식품의 위생 안전성 여부는 이들 위생지표세균 측정만으로는 정확한 판단이 불가능하다. 따라서 본 연구에서는 식중독 발생 가능 주요 위해미생물에 대한 오염수준을 측정하여 식품안전성을 판단하고자 하였다. 냉동 및 냉장 우렁챙이에 대한 주요 식중독세균 총 9종(살모넬라, 장염비브리오, 비브리오 패혈증균, 클로스트리디움 퍼프린젠스, 리스테리아 모노사이토제네스, 장출혈성 대장균, 여시니아 엔테로콜리티카, 바실러스 세레우스, 캄필로박터 제주니/콜리)에 대한 분석결과는 모두 음성으로 판정되었다

(<Table 2>). Park et al.(2016) 연구에서는 굴, 피조개, 바지락 및 진주담치에서 장염비브리오균을 분석한 결과 바지락 23.7%, 피조개 19.2%, 굴 15.9% 및 진주담치 13.6%으로 측정되었다. 또한 Park and Cho(2022)의 연구에 의하면 참 굴에서 검출된 바실러스 세레우스는 총 50개의 샘플 중에서 7건이 양성으로 나타났으며, 가리비에서 검출된 장염비브리오는 총 80개의 샘플 중에서 총 8건이 양성으로 나타났다. 이는 우렁챙이의 경우 수하식 양식으로 이루어지기 때문에 빨에서 양식되는 바지락, 피조개 등의 조개류 비해서 위해미생물이 체내에 농축될 확률이 적기 때문이라고 판단되었다.

<Table 2> Qualitative contamination level of 9 food-borne pathogenic bacteria in frozen and raw sea squirt (*Halocynthia roretzi*) distributed in online markets

Food-borne pathogenic bacteria	Shipping condition	Total samples	Detection results
<i>Salmonella</i> spp.	Frozen	6	Negative
	Raw	6	Negative
<i>L. monocytogenes</i>	Frozen	6	Negative
	Raw	6	Negative
<i>B. cereus</i>	Frozen	6	Negative
	Raw	6	Negative
<i>V. parahaemolyticus</i>	Frozen	6	Negative
	Raw	6	Negative
<i>V. vulnificus</i>	Frozen	6	Negative
	Raw	6	Negative
<i>C. perfringens</i>	Frozen	6	Negative
	Raw	6	Negative
EHEC	Frozen	6	Negative
	Raw	6	Negative
<i>Y. enterocolitica</i>	Frozen	6	Negative
	Raw	6	Negative
<i>C. jejuni/coli</i>	Frozen	6	Negative
	Raw	6	Negative

Data represent means ± standard deviations of three measurements.
EHEC, *Enterohemorrhagic Escherichia coli*

반면에, Ha et al.(2020)의 연구에서는 유통 단계 중 우렁쟁이에서 병원성 비브리오균의 초기오염도를 확인한 결과 101개의 시료 중에서 비브리오 패혈증균(*V. vulnificus*)은 모두 음성으로 나타났고, 비브리오 콜레라균(*V. cholerae*)의 경우 1건의 양성으로 분석되어 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다. 이는 우렁쟁이의 경우 비교적 위생적으로 생산 처리되어 식중독세균이 검출되지 않는 것 같지만, 멧게 회, 젓갈 등과 같이 주로 생식으로 많은 섭취가 이루어지고 있기 때문에 섭취 전 보관온도 등을 철저히 지키고 가능한 빠른 섭취 또는 그 다음 단계의 위생적인 가공처리 및 조리가 필요하다고 판단되었다.

IV. 결론

본 연구결과를 종합적으로 고려했을 때, 유통 중인 냉동 및 냉장 우렁쟁이의 일반세균수, 대장균군 및 대장균 분석 시 모든 시료에서 기준 이하로 검출되었다. 특히 생산과정 및 유통과정 중 교차오염의 우려가 가장 큰 황색포도상구균은 평균 1 log CFU/g 이하로 낮은 수준으로 검출되었다. 아울러 9종의 식중독세균 또한 모두 음성으로 검출되어 비교적 위생적으로 유통되고 있음을 확인할 수 있었다. 그러나, 생산단계와 유통단계에서 온도와 습도의 부적절한 관리 및 손이나 기구 등에 의한 교차오염의 위험성이 존재할 수 있기 때문에 생물(raw)에서의 미생물 저감화 연구 및 공정개발이 요구된다. 결론적으로, 생산현장 및 종사원 손에 의해 최종 제품을 공정하면서 미생물이 전파될 가능성이 있으므로 우렁쟁이의 미생물학적 안전성을 확보하기 위해서는 보다 더 철저한 생산유통관리가 요망되며 본 연구의 각 세균의 오염수준자료는 우렁쟁이의 미생물 위해평가(microbial risk assessment)의 기초자료로 활용될 수 있을 것이라 사료된다.

References

- Bhatti A, H Akram, HM Basit, AU Khan, SM Raza and MB Naqvi(2020). E-commerce Trends during COVID-19 Pandemic. *Int J Future Gener Commun Netw.*, 13(2), 1449~1452.
- Ha J, Lee J, Oh H, Shin I-S, Kim Y-M, Park K-S and Yoon Y(2020). Quantitative Microbial Risk Assessment of Pathogenic *Vibrio* through Sea Squirt Consumption in Korea. *J Food Hyg Saf.*, 35(1), 51~59.
<https://doi.org/10.13103/JFHS.2020.35.1.51>
- Jeon EB, Kim JY, Song MG and Park SY(2021). Microbiological Investigation of the Frozen-Raw Sliced Fishes for Sushi Manufacturing. *Korean J Fish Aquat Sci.*, 54(2), 224~230.
<https://doi.org/10.5657/KFAS.2021.0224>
- Jeong M-C, Kang MG, Jang YM, Lee D-H, Park SK, Shin IS and Kim YM(2018). Hazard Analysis of Food Safety in Processing Process of Simple-processed Fishery Products. *Korean J Fish Aquat Sci.*, 51(5), 518~523.
<https://doi.org/10.5657/KFAS.2018.0518>
- Jo MJ, Jeon AR, Kim HJ, Lee NR, Oh SW, Kim YJ, Chun HS and Koo MS(2011). Microbiological quality of fresh-cut produce and organic vegetables. *Korean J Food Sci Technol.*, 43(1), 91~97.
<https://doi.org/10.9721/KJFST.2011.43.1.091>
- Kim HK, Lee HT, Kim JH and Lee SS(2008). Analysis of microbiological contamination in ready-to-eat Foods. *J Food Hyg Saf.*, 23, 285~290.
- Kim SH, Sin YM, Lee MJ, Shin PK, Kim MC, Cho JS, Lee CH, Lee YJ and Chae KR(2005). Isolation of major foodborne pathogenic bacteria from ready-to-eat seafoods and its reduction strategy. *J Life Sci.*, 15(6), 941~947.
<https://doi.org/10.5352/JLS.2005.15.6.941>
- Kim SM, Won KM, Woo SH, Li H, Kim EJ, Choi KJ, Cho MY, Kim MS and Park SI(2005). *Vibrios* isolated from diseased marine culturing fishes in Korea. *J Fish Pathol.*, 18(2), 133~145.
- Kim YA, Kang ST, Kang JG, Kang JY, Yoo UH, and Oh KS(2006). Processing and Quality Characteristics of Low-salt Fermented Ascidian *Halocynthia roretzi*. *J Kor Fish Soc.*, 39, 283-291.

- <https://doi.org/10.5657/kfas.2006.39.3.283>
MFDS (Ministry of Food and Drug Safety)(2009). Risk assessment of *Vibrio parahaemolyticus* in fishery products. Cheongju, Korea. pp. 92~98.
- Noh BY, Hwang SH and Cho YS(2019). Microbial contamination levels in *Porphyra* sp. Distributed in Korea. *Korean J Fish Aquat Sci.*, 52(2), 180~184.
<https://doi.org/10.5657/KFAS.2019.0180>
- Park JH and Cho KB(2022). Genetic Diversity of Foodborne Pathogen Detected in Commercial Shellfish in Metropolitan Area. *Biomedical Science Letters.*, 28, 83~91.
<https://doi.org/10.15616/BSL.2022.28.2.83>
- Park SY, Cho HJ, Lee SM, Heu MS and Kim JS(2020). Safety evaluation of frozen oyster *Crassostrea gigas* as a raw material for seafood products. *Korean J Fish Aquat Sci.*, 53(6), 861~869.
<https://doi.org/10.5657/KFAS.2020.0861>
- Park YS, Park K, Kwon JY, Yu HS, Lee HJ, Kim JH, Lee TS and Kim PH(2016). Antimicrobial Resistance and Distribution of Virulence Factors of *Vibrio parahaemolyticus* Isolated from Shellfish Farms on the Southern Coast of Korea. *Korean J Fish Aquat Sci.*, 49(4), 460~466.
<http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2016.0460>
- Solberg M, Buckalew JJ, Chen CM, Schaffner DW, O'Neill K, McDowell J, Post LS and Boderck M(1990). Microbiological safety assurance system for food service facilities. *Food Technol.*, 44(12), 68~73.
- Son KT, Oh EG, Lee TS, Lee HJ, Kim PH and Kim JH(2005). Survey of sanitary indicative bacteria and pathogenic bacteria in fish farms on the southern coast of Korea. *Korean J Fish Aquat Sci.*, 38(6), 359~364.
<https://doi.org/10.5657/kfas.2005.38.6.359>
-
- Received : 30 June, 2023
 - Revised : 24 August, 2023
 - Accepted : 04 September, 2023