패류생산해역 위생관리를 위한 주요 국가별 해역 관리 현황

International Status of Sanitary Control System in Marine Shellfish Growing Area

김영목[1], 이태식[2*]

Young-Mog Kim[1], Tae Seek Lee[2*]

[1]부경대학교 식품공학과, [2]국립수산과학원 식품위생가공과

[1]Department of Food Science and Technology, Pukyong National University,
[2]Food Safety and Processing Research Division, National Institute of Fisheries Science, Korea

1. 서 론

우리나라는 회와 생선초밥 등 수산물을 생식으로 섭취하는 비중이 높아 이로 인한 식중독 사고 발생의 우려가 높으며, 2006년도~2010년도의 식품의약품안전처의 식중독 통계에서도 '어패류 및 그 가공품'이 식중독 원인식품 건수 1위로 보고되고 있어 상대적으로 수산물의 안전관리가 취약한 것으로 알려져 있다. 특히, 현재 상업적으로 유통되는 패류의 대부분은 해안선과 인접한 연안, 갯벌 또는 간석지에서 양식 또는 채취되는데 이러한 지역은 주거지역, 가축사육지역 및 선박계류장 등의 육상 오염원에서 발생하는 오염물질에 쉽게 오염될 수 있다. 또한, 패류는 이동성이 없고 여과섭이 생물로 바닷물을 여과하여 영양성분을 얻기 때문에 해수 중의 세균과 바이러스 등의 미생물학적 위해요소와 이화학적 오염물질을 농축하는 특성이 있어 서식하고 있는 해역의 해수 보다 오염정도가 일반적으로 더 높다(Lees, 2000; Jensen, 1996). 또한, 사람과 가축 유래의 분변에는 전염병이나 식중독 등의 감염증을 유발 하는 병원성 미생물이 함유되어 있을 우려가 있고, 분변 등의 오염원이 강우나 하천을 통하여 해상으로 유입됨으로써 하천 및 연안 해역 등의 환경오염에 영향을 주기도 한다(오은경 외, 2012; Lipp et al., 2001).

오수오염에 의한 패류의 오염과 오염된 패류의 섭취로 인하여 19세기 말에서 20세기 초 유럽과 미국 등에서 장티푸스가 대량 발생하여 이매패류에 대한 국가차원의 위생관리가 시작 되었다(Allen, 1899). 위장염 발생원인은 다양한 종류의 세균 및 바이러스 등의 감염에 의해 발생하며 외국의 경우 오염된 패류 섭취에 위한 장관계 바이러스의 감염이 가장 일반적인 병인요소인 것으로 보고되고 있다. 패류에 의해 전파되는 장관계 바이러스로는 norovirus, calicivirus, astrovirus, rotavirus, adenovirus, enterovirus 등이 알려져 있으며 이러한 바이러스에 오염된 패류의 섭취로 인한 집단 식중독 발병이 보고되고 있다(장동석 외, 2010). 특히, 패류는 패각을 제

* Corresponding author: Tae Seek Lee
Food Safety and Processing Research Division, National Institute of Fisheries Science, Korea
Tel: +82-51-720-2610 Fax: +82-51-720-2619 E-mail: tsl2630@hotmail.com

외한 소화기관 및 연체부 전부를 가식하기 때문에 안전한 패류 생산을 위한 해역의 위생관리가 아주 중요하다.

패류 섭취를 통해 발생하는 질병은 일반적으로 분변-구강 경로를 통해 전파되고 패류생산해역의 하수 오염과 질병과의 상관관계는 여러 논문을 통해 보고되고 있다. 특히, 육상에서 배출된 분변은 다량의 강우 발생시 하천 및 배수유역을 통해 해역에 유입되어 패류생산해역의 위생안전성에 직접적인 위험을 초래한다(하광수 외, 2013; 오은경 외, 2012). 이러한 이유 때문에 미국, 유럽연합 등 에서는 안전한 패류생산을 위하여 패류위생관리 프로그램을 수립하여 운영하고 있으며 우리나라의 경우에도 이들 국가에 수출을 목적으로 하는 패류의 생산해역에 대한 위생관리 프로그램을 운영하고 있다(해양수산부, 2013a). 하지만, 수출용 패류의 패류생산해역에 대한 체계적인 위생관리에 비하여, 국내의 소비자들이 섭취하게 되는 수출용 패류생산해역 이외의 해역에 대한 위생관리 프로그램에 대한 제도적 장치는 미미한 실정이다. 본 논문에서는 국내 생산 패류의 위생 안전관리 강화를 위하여 패류생산 위생관리 시스템에 대한 국내외의 관리 현황에 대하여 비교 분석하였다.

2. 국내 패류생산해역 위생 관리 현황

우리나라에서는 1972년 한 · 미 패류위생협정에 의해 한산 · 거제만 해역이 최초의 수출용 패류생산 지정해역으로 설정되었으며, 이후 현재 남해안에 위치하고 있는 7개 해역이 미국과 유럽연합으로의 수출용 패류생산 지정해역(이하 지정해역)으로 관리되고 있다. 미국과 유럽연합의 경우 패류생산해역 위생 관리 기준에서 다소 차이점이 있다. 이에 이들 해역은 미국 패류위생관리 프로그램(National Selfish Sanitation Program; NSSP)의 관리기준에 따라 해수 중의 분변계대장균(fecal coliform) 오염 정도에 따라 허가해역, 제한해역, 금지해역 등으로 관리하고 있으며(표 1; US FDA, 2009), 이들 해역에서 생산 되는 패류는 유럽연합의 기준인 패류 중 대장균(*Escherichia coli*) 오염도에 따라 A, B 및 C등급으로 패류생산해역을 분류 및 관리하고 있다(표 2; European Commission, 2004).

외국으로의 수출하는 패류에 대해서 지정해역을 지정하고 관리하는 것에 비하여 지정해역 이외의 패류생산해역에 대한 위생안전관리는 상대적으로 소홀하였다. 이에 해양수산부는 수산물의 생산단계에서부터의 위생적인 안전관리를 통해 강화되고 있는 국제 식품안전기준에 부응하고 소비자들에게 안전한 수산물 공급을 하기 위하여, 2005년부터 지정해역 이외의 전국 해역을 62개 해역으로 구분하고 NSSP 및 유럽연합의 패류생산해역 관리기준에 준하여 이들 해역의 수질과 패류의 위생 안전성에 대한 조사를 실시하는 '패류생산해역 위생조사' 사업을 진행해오고 있다. 또한, 이러한 모니터링 결과를 바탕으로 2013년도에 해양수산부 고시로 '정착성 수산동식물 생산해역의

표 1. 미국 패류위생관리 프로그램(NSSP)의 패류생산해역 분류기준

등급 분류	기준[a)]
허가해역	GM ≤14 MPN/100mL 및 90th percentile ≤ 43 MPN/100mL
제한해역	GM ≤88 MPN/100mL 및 90th percentile ≤260 MPN/100mL
금지해역	GM 〉88 MPN/100mL 및 90th percentile 〉 260 MPN/100mL

a). 조사지점 해수의 분변계 대장균의 geometric mean(GM) 및 90th percentile 값

표 2. EU의 패류생산해역 분류기준

등급분류	기준[a)]	내용
Class A	〈230 MPN/100g	직접 소비용으로써 이매패류를 채집할 수 있는 해역
Class B	〉4,600 MPN/100g 비율이 10% 미만	보건 기준을 충족시키기 위해 정화 센터에서 처리하거나 relaying 이후에 시장에 판매할 수 있는 해역
Class C	〈46,000 MPN/100g	자연 정화를 오랜 기간 동안 거친 후 시장에 판매할 수 있는 해역

a). 패류에서의 대장균수

등급설정 기준'을 정하고 패류생산해역의 위생상태에 따라 '청정해역', '준청정해역', '관리해역' 및 '금지해역'으로 해역을 분류하고 있다(표 3).

3. 미국의 패류위생관리 프로그램의 개요 및 특징

미국은 식품안전 및 규제와 관련해 17개의 정부 기관이 관여하고 있으며 보건부 (Department of Health and Human Service)의 식품의약품안전청(Food and Drug Administration, FDA)은 육류 및 가금류 제외한 모든 식품의 안전에 관련된 사항을 규제하고 있다. 육류와 가금류의 경우에는 농무부(Department of Agriculture)의 식품안전검사청(Food Safety Inspection Service)이 식품안전에 관련된 사항을 관리하고 있다. 그 외에도 환경보호청(Environment Protection Agency)은 수질에 관련된 사항을 농업마케팅청(Agricultural Marketing Service)은 수산물을 제외한 모든 식품에 대한 식품의 품질 및 등급 서비스를 제공하고 있으며 상무부(Department of Commerce) 산하의 국립해양대기국(National Oceanic and Atmospheric Administration)은 수산분야의 수산물검역프로그램(Seafood Inspection Program)을 운영하고 있다.

하지만, 식품에 관한 가장 포괄적인 업무는 FDA가 담당하고 있으며 산하기관 중 수산물의 위생안전관리를 담당하는 부서는 식품수의약실(Office of Food and Veterinary Medicine)로 수의약센터(Center for Veterinary Medicine, CVM)와 식품안전 및 응용영양센터(Center for Food Safety and Applied Nutrition, CFSAN)로 구성되어 운영되고 있다. CVM은 양식 어종들에게 투여되는 약물의 안전성 및 효과, 유해물질 포함여부 등을 확인하며, 양식에 사용가능한 약물의 리스트를 결정하여 이를 배포하고 있으며 CFSAN은 식품의 안전, 품질, 오염물질 잔량, 영양성분표시 등을 확인하는데, 품목의 범위는 수산물, 우유, 의료식품, 영아용 조제분유, 과일, 야채 및 주스, 달걀, 치즈, 생수 및 탄산수, 산성 및 저산성통조림식품이다. 조개, 홍합, 전복 등 연체동물의 경우 FDA, 주정부, 전미조개위생협회(The Interstate Shellfish Sanitation Commission, ISCC)가 협력하여 양식장 수질, 가공, 운반, 판매에 대한 관리 기준을 정하고 있다. ISSC는 주정부와 FDA가 패류 위생 안전을 강화하기 위하여 1982년 창설하였으며, 주정부 패류 감독관, 산업담당자, FDA로 구성되어 있다.

또한, CSFAN에서는 NSSP (국가패류위생관리 프로그램)을 통해서 연체동물 (조개, 굴, 홍합, 전복 등)에 대한 관리 가이드라인(Guide for the Control of Mollusc Shellfish)을 제시하고 있다. 이 가이드라인은 관리 기관과 생산업자가 준수해야 할 규정을 담고 있으며 필요시 개

표 3. 국내의 패류생산해역 분류기준

구분	일반해역 (내수용, 62개소)	지정해역 (수출용, 7개소)
관련 법령	정착성 수산동식물 생산해역의 등급설정 기준	수산물의 생산 · 가공시설 및 해역의 위생관리기준
해역관리 기준	해수 (4개 등급)	해수 및 패류 (미국: 2개 등급, EU: 3개 등급)
해역평가 기준	분변계대장균	분변계대장균, *E. coli*
등급 기준	– 청정해역 : 〈43MPN/100mL(초과율〈10%) – 준청정해역 : 〈43MPN/100mL(초과율〈15%) – 관리해역 : 〈260MPN/100mL(초과율〈10%) – 금지해역 : 〈260MPN/100mL(초과율〉10%)	– 해수 : 〈43 MPN/100mL (초과율〈10%) – 패류 : 마비성 패류독소(〈80ug/100g) 기억상실성 패류독소(20ppm) 설사성 패류독소(0.16 mg/kg) 옥시테트라싸이클린(불검출) 병원성세균 및 식중독균(불검출)

정되고 있다.

NSSP는 상업적 유통을 목적으로 생산 · 판매되는 패류의 위생 통제를 위해 FDA와 ISSC가 인정한 연방-주정부 협력 프로그램으로 NSSP의 주요 목적은 연방-주정부의 협력과 주정부의 패류 위생프로그램의 획일화(Uniformity)를 통해 패류의 위생을 증진시키기 위한 것으로 NSSP에 근거한 주정부, FDA 및 패류생산업체들의 각 주체별 주요 역할은 〈그림 1〉에 그리고 NSSP의 주요 내용은 〈표 4〉에 나타내었다.

〈그림 1〉에 나타낸 NSSP 관련 주정부의 역할을 좀 더 자세히 살펴보면 다음과 같다.

- 주정부 단계에서의 패류산업에 대한 위생 통제를 위한 주정부별 적절한 법과 규정을 마련
- 주정부의 패류생산해역 분류 담당 부서는 해당 주정부의 패류생산해역의 분류 정보를 FDA 지역 사무실에 전달
- 선적을 하는 주정부의 패류 위생통제 담당 부서는 개별 주정부간 패류선적회의의 검사결과를 FDA 본부 및 지역 사무실에 서면으로 제공하여 주정부간 인증 패류 선적리스트(Interstate Certified Shellfish Shippers List, ICSSL)에 포함될 수 있도록 고지
- 주정부의 패류통제 담당부서는 주정부 프로그램을 시행하기 위해 숙련된 인력을 유지

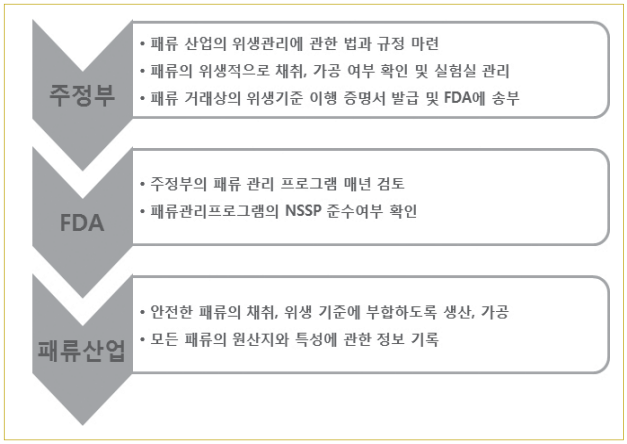

그림 1. NSSP 관련 주정부, FDA 및 패류생산가공업체의 주요 역할

- 주정부 지정 당국은 NSSP의 승인지역기준을 충족시키지 못한 패류생산해역에 대한 정찰활동을 수행
- 폐쇄해역에서 생산된 패류를 허가해역으로 옮겨서 relaying과 관련한 모든 단계는 적절한 주정부 패류

표 4. 미국의 국가패류위생관리 프로그램(National Selfish Sanitation Program)의 주요 내용

1절 목적 및 정의

2절. 모델 조례

1. 관계당국
2. 위해요소 평가와 관리
3. 실험실 관리 및 실험법
4. 패류 생산해역 관리
   - 생산해역 위생조사
   - 세균학적 기준
   - 생산해역 분류
   - 해양생물 독소관리
   - 선착장 : 생산해역 분류에 포함
5. 패류 릴레이
6. 패류 양식
7. 습식저장 : 허가 및 조건부 허가해역에서 생산된 패류
8. 수확관리
9. 출하 : 패류 운송
10. Dealer (패류가공업자)자격에 대한규정
11. 박신과 포장
12. 박신 된 패류의 재포장
13. 패류 출하 : 포장 불필요
14. 재선적
15. 패류정화
16. 수확 후 처리

3절 공정보건을 위한 각 조항 설정의 근거와 설명

1. 패류위생 프로그램
   - 행정
   - Dealer 인증
2. 위해요소 평가와 관리
   - 패류섭취 관련 대형 식중독 발병 사례
   - 패류에 존재하는 인체 유해균
   - 패류에 존재하는 독소
3. 실험실 관리 및 실험법
4. 패류 생산해역 관리
5. 패류 릴레이
6. 패류 양식
7. 습식저장
8. 수확관리
9. 수송
10. Dealer (패류가공업자)에 요구되는 일반규정

11-14. 패류가공과 취급

15. 패류정화
16. 수확 후 가공처리 (PHP)의 확인/검증 프로토콜

통제 담당부서의 감독 하에서 수행
- 주정부의 패류 프로그램을 효과적으로 지원하기 위해서는 실험실과 관련 인력이 지원

또한, NSSP 관련 FDA의 역할을 좀 더 자세히 기술하면 다음과 같다.
- 인력 관리 : 3년마다 개최되는 국가패류훈련프로그램을 통해 FDA 인력의 동질성(Uniformity)을 증진
- 주정부의 패류통제 인력에 대해 FDA는 3년마다 ISSC에서 승인된 트레이닝 코스를 관리 · 감독
  - 주정부의 실험실 운영을 책임지는 패류실험실 인력에 대한 트레이닝 방법의 통일성을 평가 · 확인
  - FDA의 주정부 프로그램 평가 항목 (매년) : 주정부의 패류통제인력에 대한 목록화 및 최근 트레이닝 일자, 트레이닝 수료한 인력의 목록화, 패류실험실 인력의 목록화 (이들 인력의 실험 방법의 해석 및 평가에 대해 FDA에 증명 및 평가받아야 함)
- FDA는 매달 ICSSL을 출간(주정부가 제출한 패류선적업자의 인증 포함)
- FDA는 NSSP 절차에 따라 각 주정부의 패류프로그램의 연례평가를 준비.
- FDA 평가절차는 주정부 패류통제담당부서에 정기적으로 제출

이상에서 살펴본 것과 같이 미국은 중앙정부기관인 FDA와 주정부가 패류위생관리를 위한 표준화된 NSSP를 통해서 연체동물(조개, 굴, 홍합, 전복 등)에 관한 관리 기관과 생산업자가 준수해야 할 규정을 담고 있는 가이드라인을 제시하고 있다.

1972년 한 · 미 패류위생협정 이후 국내의 수출용 패류생산해역의 경우, 미국 FDA의 NSSP에 준하는 한국 패류위생관리 프로그램(Korean Shellfish Sanitation Porgram, KSSP)을 적용하여 패류생산해역에서의 패류위생을 관리하고 있다. 하지만, 〈표 5〉에 나타낸 것처럼 NSSP와 KSSP에는 다소간의 차이점이 있으며 KSSP의 경우 NSSP와 달리 다음사항들에 대한 부분이 구체적으로 기술 되어 있지 않다.

표 5. 미국 패류위생관리 프로그램 (NSSP)와 한국 패류위생관리 프로그램 (KSSP)의 주요 구성 내용

구분	NSSP	KSSP
주요 구성 내용	1. 관계당국 2. 위해요소 평가와 관리 3. 실험실 관리 및 실험법 4. 각부패류 생산해역 관리 5. 각부패류 릴레이 6. 패류 양식 7. 습식저장 : 허가 및 조건부 허가해역에서 생산된 패류 8. 수확관리 9. 운송 10. Dealer (패류가공업자) 자격에 대한 규정 11. 박신과 포장 12. 박신 된 패류의 재포장 13. 각부패류 선적 14. 재출하 15. 패류정화 16. 수확 후 처리	1. 행정 (관계당국) 2. 패류생산 (지정) 해역 위생조사 및 평가 3. 오염원 관리 및 교육 · 홍보 4. 패류채취 및 가공 관리 5. 해양생물독소 관리 6. 장염비브리오 관리 7. 조건부 관리 계획 8. 비상조치 계획 9. 부록

(1) 각부패류와 패류에 대한 구분
(2) 패류 채취 후 취급 및 관리에 대한 규정
(3) 패류 박신 및 포장에 대한 규정
(4) 패류 릴레이 및 강제정화에 규정
(5) 재포장 및 재출하에 대한 규정
(6) 습식저장에 대한 규정
(7) 패류 양식에 대한 규정
(8) Dealer (패류 생산업/가공업) 자격에 대한 규정
(9) 질병 발생에 대한 조사 및 제품 회수 관련 규정
(10) 수확 후 가공처리 (PHP)의 확인/검증 프로토콜

4. EU의 패류위생관리 프로그램의 개요 및 특징

식품안전은 EU에서 중요하게 여기는 분야 중의 하나이며 주로 법규를 통하여 동일한 식품 안전 규제를 적용하고

있다. EU의 식품안전업무에 관한 법적근거는 마스트리히트 조약의 제3조, 제95조 및 제153조에 규정되어 있으며 이 조항에 근거하여 EU 집행위는 2000년에 식품안전 강화를 위한 종합계획인 '식품안전백서(White Paper on Food Safety)'를 발표 하였고 관련 법령을 정비하였다. 이 중 Regulation (EC) 178/2002는 유럽연합의 국가별 식품법의 근간으로서 식품법의 일반원칙 및 요구사항을 규정하고 식품안전을 위한 유럽행정청의 설치와 식품안전절차를 확정하고 있다. 이에 의하여 2002년에 유럽식품안전청(the European Food Safety Authority)이라는 식품과 동물사료의 안전을 책임지는 독립기관이 설립되었다. 이후 2004년에 모든 식품(식품 · 사료 · 수산물 포함)에 적용되는 기초적인 요건을 정하는 '일반식품법(General Food Law, Regulation (EC) 178/2002)' 하에서 3개의 법률과 2개의 지침으로 구성되어 있다(표 6; 곽노성, 2014).

EU에서 패류생산해역의 위생관리는 패류해역수질지침법 (Directive

표 6. EU의 식품관련 주요 법률과 지침

구분	내용
Regulation (EC) 852/2004	모든 식품에 대한 사항을 규정
Regulation (EC) 853/2004	동물기원식품을 취급하는 식품에 대한 사항을 규정
Regulation (EC) 854/2004	일반식품 및 사료를 통제하는 소관관청에 대한 사항을 규정
Council Directive 2004/41/EC	위생패키지의 도입에 따른 종전의 지침을 폐지 · 개정하는 지침
Council Directive 2004/68/EC	동물기원식품에 관해 가축위생규제를 강화하는 지침

표 7. EU의 패류생산 지정해역 수질 측정 기준

	구분	가이드라인	의무기준	최소 빈도
1	pH		7–9	분기별
2	온도 (℃)	패류생산해역에 영향을 미치는 방류로 인해 해수의 온도가 2℃ 이상 상승되어서는 안 됨		분기별
3	생물의 색 (㎎ Pt/L)		10 ㎎ Pt/L 초과해서는 안 됨	분기별
4	부유물질량 (㎎/L)		해수의 부유물질량 30%를 초과해서는 안 됨	분기별
5	염도 (‰)	12 – 38‰	≤40‰	월별
6	용존산소량(포화도 %)	≥80%	≥70%(평균값)	월별
7	석유탄화수소		탄화수소류 불검출	분기별
8	할로겐원소를 포함한 유기화합물	패류의 고품질에 영향을 주지 않는 농도	패류 해역이나 패육에 포함된 개별 물질의 농도가 패류와 치패에 해로운 영향을 주는 수치에 도달 또는 초과하지 않아야 함	반년별
9	중금속 Ag, As, Cd, Cr,Cu, Hg, Ni, Pb, Zn (㎎/L)	패류의 고품질에 영향을 주지 않는 농도	패류 해역이나 패육에 포함된 개별 물질의 농도가 패류와 치패에 해로운 영향을 주는 수치에 도달 또는 초과하지 않아야 함	반년별
10	분변계대장균/100mL	패육에서 ≤300		분기별
11	패류의 맛에 영향을 주는 물질		패류의 맛을 손상시킬 수 있는 정도보다 낮은 농도	–
12	삭시토신			–

ANNEX I, Directive 2006/113/EC on the quality required of shellfish waters

2006/113/EC on the quality required of shellfish waters)에 규정 되어 있다. 이 법에 따른 패류 해역 수질에 관한 기준항목은 12가지이며, 회원국은 가이드라인이나 의무기준에 의거해 각 항목의 기준 (Parameter) 값을 정해야 한다(표 7). 패류생산 지정해역은 12개월 동안 동일 시료채취 지점에서 최소 빈도만큼 채취하여 회원국들이 규정한 수질 기준치와 부속서의 가이드라인과 의무기준의 내용 모두가 충족되었을 경우, 해당 해역은 이 지침법의 규정을 지킨 것으로 인정된다.

패류위생에 관련된 사항은 Regulation (EC) 854/2004의 규정에 따라 해당법의 제 6조와 Annex 2에서 활이매패류의 생산 및 시장판매시 적용되는 위생사항을 규정하고 있다. 특히 Annex 2에서 활이매패류의 생산해역 등급분류, 해역의 모니터링, 모니터링 이후의 결정사항, 추가모니터링, 정보의 기록 및 교환, 식품산업사업자의 자가확인에 관한 구체적인 사항을 규정하고 있다. 해당 규정의 범위는 활극피 동물, 활피낭 동물 및 활해양 복족류이며 활이매패류의 생산해역 및 자연정화(relaying)의 등급 분류 기준은 분변오염수치에 따라 〈표 2〉에 나타낸 것과 같이 3등급으로 분류하고 있다.

EU는 패류생산해역관리에 위한 Regulation 854/2004의 규정(Annex 2)에 따라, 패류의 수확 해역의 위치를 설정하고 그 경계를 정하고 있다. 해역 등급 분류와 관련된 과정은 엄격하며, 패류 수확 업자들의 도움을 받아 각 지방 당국이 해당 해역에서 집행관 (Enforcement Officers)이 지정하는 대표 모니터링 지점에서 패류 시료를 정기적으로 채취하고 있는 등 지역 식품 관리 당국 (LFA)이 프로그램에 참여하고 있다. 또한, 관리 당국이 수확 해역 내에서 패류에서 대장균 수치를 관찰해야 하며 시료 결과에 따라 A, B, C등급 중 하나의 등급으로 해역의 등급을 정한다. Class A 등급 패류는 바로 시장에서 판매가 가능한 반면, B나 C등급 패류는 시장에 내놓기 전에 정화 작업, 허가 받은 열처리 기법이나 relaying 작업 등을 거쳐야한다.

또한, Regulation 854/2004 에 따르면 패류 관리 당국은 원칙적으로 생산 해역을 relaying 해역의 등급으로 분류하는 경우, 아래의 사항을 준수해야 한다고 규정하고 있다.

(1) 생산 해역의 오염원이 될 가능성이 있는 오염원이 인간의 활동의 부산물인지 동물의 분산물인지 여부를 조사
(2) 집수 지역, 강수량 집계, 하수 처리를 비롯한 기타 유사 요소에서 인간과 동물 개체의 계절적 변동에 따라 발생하는 한 해 중 다른 시기에 방출되는 유기오염물질의 양을 조사
(3) 생산 해역에서의 파도 유형, 심해 수심, 조수 주기 등에 의해 발생하는 오염물의 순환에 대한 특징을 분석
(4) 이매패류 생산 해역에서의 시료 채취 프로그램을 제작. 이 프로그램은 기존에 있던 데이터를 점검한 결과를 바탕으로 하며, 시료의 수, 시료 채취 지점의 지리학적 분포, 시료 채취 빈도 등은 분석 결과가 해당 해역에서 가능한 대표성을 띨 수 있다고 확인 하여야함

현재 EU 국가들은 매 12월마다 연례 등급 검토를 시행하며, 3년 동안 입수한 대장균 모니터링 데이터를 기반으로 하여 임시 · 계절 · 전면적인 등급을 부여하고 있다. 패류생산해역의 등급화를 위해서 고려 되어야할 사항들로는 다음과 같은 것들이 있다.

(1) 최소한 9개의 시료가 필요하며, 해역 등급을 유지하기 위해서 1월에서 12월 사이에 각 달마다 채취
(2) 하지만 패류 수확 해역이 새로운 구역이고 아직 등급이 분류가 되지 않았거나 특정 시기가 되면 변동이 많아지는 경우 최소한의 시료채취 빈도를 좀 더 늘리는 것을 권장
(3) 또한 별개의 신속한 추적 등급 시스템도 있는데, 이전에 등급을 받지 않았거나 등급에서 제외된 해역에서 즉시 수확이 가능
(4) 이렇게 등급이 정해진 해류 생산 해역 내 미생물 기준을 모니터링 하는 것과 더불어 Regulation

EU854/2004에서 규정된 식물성 플랑크톤과 생물독성 등의 독성 물질을 모니터링하기 위한 프로그램 역시 시행

5. 캐나다의 패류위생관리 프로그램 개요 및 특징

캐나다에서 캐나다 식품검사청 (Canadian Food Inspection Agency, CFIA), 캐나다 해양수산부 (Fisheries and Oceans Canada, DFO), 캐나다 환경부 (Environment Canada, EC)가 패류의 위생관리에 관여하고 있으며 그중에서 가장 포괄적인 업무를 담당하고 있는 기관은 캐나다 식품검사청(CFIA)이다. 캐나다의 패류위생관리 프로그램인 Canadian Shellfish Sanitation Program(CSSP)는 미국의 국가패류위생관리 프로그램(NSSP)에 적용되는 운영 매뉴얼의 일부 자료를 포함하고 있으며 일부 관계기관 및 기술적 차이가 CSSP와 NSSP 매뉴얼 사이에 있지만, 이들 패류관리 매뉴얼에는 안전한 이매패류 소비를 위한 합리적인 보장사항을 제공하는 것은 동일하다.

CSSP는 해당 정부기관 (법 및 규정), 정책, 패류 생산해역의 관리를 포함한 패류 위생관리 프로그램과 관련된 지역 활동을 평가하는 정책과 절차가 규정 되어 있다. CSSP도 NSSP 처럼 정책 및 절차가 최신 상태로 유지가 필요할 때, 정기적으로 검토되고 수정된다. CSSP의 주요내용은 〈표 8〉에 나타내었다. CSSP는 CIFA에 의해 발행되고 필수적인 시설 검사 매뉴얼 (Facilities Inspection Manual)에 연결되어 있고 시설 검사 매뉴얼은 Fish Inspection Regulation에 규정된 패류 가공시설을 포함한 수산물 가공시설의 등록, 검사, 승인 및 실시를 위한 네 부분으로 이루어져 있다. 또한, 시설 검사 매뉴얼은 각 시설이 어떻게 설계 되어야하고, 자체의 품질관리 프로그램 (HACCP 관리기준을 포함한)을 어떻게 이행하고, 규제 검증을 통해 어떻게 CIFA 기준 준수를 평가할지에 대해 기술되어 있다. 패류의 위생 관리 및 패류와 관련된 산업에 대한 정부부서의 책임은 다음과 같다.

(1) 캐나다 식품검사청 (Canadian Food Inspection Agency, CFIA)
CFIA는 전체 CSSP 조정의 우위 기관이며, 또한 취급, 보관, 운송, 가공처리 그리고 수입 (어류 검사 법 및 규정) 등 패류의 표시, 해양 독소 제어 프로그램 (수산법 및 규정)에 대한 책임을 지며 패류 위생 관련 문제에 대한 외국 정부와 협의

(2) 캐나다 환경부 (Environment Canada, EC)
캐나다 환경부는 패류 수질 모니터링에 대한 책임과 오염원의 확인 및 평가를 위한 지역 기초 패류 어획 영역의 분류와 서식지 수질 조사

(3) 캐나다 수산해양부 (Fisheries and Oceans Canada, DFO)
생산 해역의 폐쇄를 위한 규정의 강제시행과 생산해역 개방/폐쇄 조치업무

캐나다의 국가패류위생관리는 대서양, 퀘벡, 태평양 지역의 국가 본부 및 지역 부서간의 정기적인 CSSP 집행 운영위원회 및 부서 간 패류위원회 (Interdepartmental Shellfish Committee, ISC) 회의를 통해 이루어진다. 지역위원회는 캐나다 식품 검사 기관에 의해 주재하고 CFIA, DFO, EC, 해당 지방 정부 부서의 대표들로 구성되며 지역위원회의 임무는 다음과 같다.

a) 재배 지역을 조사하고 검토 한 후 전 패류 지역을 분류
b) 국가 부처 간 패류위원회에 권고하는 등 정책, 절차, 기준 및 규정 이행에 영향을 미치는 캐나다 패류위생관리 프로그램의 지역 응용 프로그램을 검토
c) 패류 성장 분야의 분류에 관한 DFO 변경 일반 지역 이사에게 서면으로 추천
d) 지역 성장 지역 조사의 필요와 우선순위에 대한 지역 사장, 해양 수질 모니터링 장치, 캐나다 환경부의 권고 작성

표 8. 캐나다 국가패류위생관리 프로그램(CSSP)의 주요 내용

1. 관계당국
1.1. 행정적인 책임과 절차
1.2. 근거 법령 및 규정
1.3. 등록 및 인증 과정

2. 생산해역 위생조사 및 분류
2.1. 개요
2.2. 패류생산해역 위생조사
2.3. 패류생산해역 분류
2.4. 조간대 (Sub-tidal)과 외해 (Offshore)

3. 패류 수확 관리
3.1. 순찰정책 지침서
3.2. 수확업자 면허교부
3.3. 제한 또는 금지해역의 표시 및 확인 (폐쇄해역 포함)
3.4. 불법 수확 예방

4. 각부패류의 수확과 취급
4.1. 선박과 운송수단
4.2. 각부패류 세척
4.3. 분변 및 오물 관리
4.4. 각부패류식별
4.5. Master Harvesters (수확 숙련자)의 활용
4.6. 패류 수확장소에서 등록가공시설로 수송중의 패류 온도 관리

5. 습식저장
5.1. 패류 수확장소
5.2. 저장시설
5.3. 표시사항

6. 패류의 박신과 포장
6.1. 설비요건
6.2. 열 충격
6.3. 박신 패류의 표식
6.4. 혼입정책
6.5. 기록

7. 각부패류 출하와 표식
7.1. 각부패류 식별, 수확 및 취급
7.2. 각부패류의 저장, 출하 및 기록관리
7.3. 각부패류 표식
7.4. 혼입정책

8. 재포장 및 재출하
8.1. 재포장
8.2. 재출하
8.3. 각부패류의 재포장 및 표식 재부착

9. 향후 수정을 위한 조항 유예

10. 릴레잉과 패류정화정책 및 절차
10.1. 패류정화시설 또는 릴레이의 승인을 위한 절차
10.2. 패류정화시설 프로토콜
10.3. Short Term Container 릴레이 규정
10.4. 자연적 및 인위적 컨테이너 릴레이 규정

11. 해양생물독소 관리
11.1. 프로그램 책임과 보고
11.2. 생산해역 시료채취
11.3. 가공시설에서 시료채취
11.4. 지역별 해양생물독소 관리
11.5. 기준의 적용 및 수확관리 절차
11.6. 독소검출로 인한 해역폐쇄 통지 시점에서 수확된 패류

12. 패류양식
12.1. 양식지점
12.2. 복합 양식
12.3. 양식방법

e) 생물 독소 조사 요구 사항에 대한 변경을 검토하고 논의하기 위해 위치를 찾거나 폐쇄
f) 특정 지역의 문제를 해결하는 절차를 논의
g) 이해 관계자로부터 ISC에 프레젠테이션 가능성 추천 및 제출을 검토
h) 특정 지역의 문제와 우선순위를 정하는데 필요한 프로그램 변경에서 ISC를 입력 및 조언을 제공
i) 성장 지역의 패류에 관한 지역의 조사 요구와 우선순위를 CFIA, DFO, 그리고 EC의 고위 관리자에 추천
j) 지방 기초 세균 및 독소에 대한 조사 요구 사항을 식별하는 지방 패류 단체를 업계와의 협의 및 이해 관계자의 CSSP 준수에 관련된 정책 문제 논의
k) 필요에 따라 작업 그룹을 설정
l) 부서 간 지역 보고서를 작성

캐나다의 국가패류위생관리 프로그램인 CSSP는 기본적으로 미국의 NSSP의 규정에 따라 구성되어 있기 때문에 KSSP와 차이점은 〈표 5〉에 나타낸 NSSP와 KSSP의 것과 동일하다.

6. 뉴질랜드의 패류위생관리 프로그램의 개요 및 특징

뉴질랜드의 이매패류위생관리 프로그램(Bivalve

Molluscan Shellfish Regulated Control Scheme, BMSRCS)은 1980년 미국 FDA와 뉴질랜드 농림수산부(Ministry of Agriculture and Fisheries)가 체결한 패류 양해각서(Shellfish Memorandum of Understanding)와 1987년 뉴질랜드 정부가 도입한 의무비용부담제(Mandatory Cost Recovery Regime, MCRR)에 따라 BMSRCS의 규정이 마련되었다. 미국 FDA와의 패류 양해각서에 따라 뉴질랜드 보건부의 공중보건국(Public Health Division)에 패류생산해역의 등급화와 모니터링에 대한 책임과 권한이 부여되었고, MCRR의 규정에 의해 위생 조사, 등급화, 모니터링, 실험실 분석 등 패류위생 관리와 관련한 모든 비용을 해당 업계가 부담하도록 되어 있다.

BMSRCS은 이매패류에 대한 규정[Animal Products (Regulated Control Scheme–Bivalve Molluscan Shellfish) Regulations 2006]과 세부 공시[Animal Products (Specifications for Bivalve Molluscan Shellfish) Notice 2006]로 구성되어 있다. 2011년 뉴질랜드의 정부 조직이 개편됨에 따라 현재는 1차 산업부(Ministry for Primary Industries, MPI)가 관리 제도를 담당하고 있으며 패류위생관리 프로그램은 MPI가 대부분을 맡아서 관리하는 중앙집권화 된 형태이다. 하지만, 수확통제는 중앙정부가 하고 있지만, 육상 오염원 관리는 지자체가 중심이 되어 수행하고 있다. 중앙정부의 핵심적인 업무는 지역 패류 전문가 (Regional Shellfish Specialist, RSS)와 동물 생산물 점검관 (Animal Product Officer, APO)이 수행하며, RSS는 패류위생관리계획과 관련하여 이매패류 문제에 대해 전문적인 조언과 감독을 하고 APO는 패류위생관리와 관련하여 직접적인 실무를 담당하는 직책으로 위생조사 보고서 및 연계 검사 보고서 작성, 패류생산해역 위생조사 실시, 시료채취자 교육 등을 담당한다. 뉴질랜드 패류위생관리 프로그램(BMSRCS)의 주요 내용은 〈표 9〉에 나타내었다.

뉴질랜드 패류위생관리 프로그램(BMSRCS)에서 위생조사는 이매패류 생산해역의 등급화에 앞서 수행되어야 하며 최소한 12년마다 새롭게 조사한다. 위생조사에서 가장 중요한 부분은 생산해역에 영향을 미칠 수 있는 오염원을 확인하는 해안선 조사 (Shoreline Survey)이며 이를 포함하여 다음 항목을 조사한다.

- 해안선 조사
- 생산 해역과 인근 해역 해수의 세균학적 특성 조사
- 생산 해역 이매패류의 세균학적 특성 조사
- 생산 해역과 집수장 (Catchment)의 수로학적 · 기상학적 · 지리학적 특성의 효과 평가
- 해안선 조사, 세균학적 조사, 수로학적 · 기상학적 · 지리학적 평가에 따른 자료 분석
- 적절한 생산 해역 등급 결정, 조건부 허가 해역 및 조건부 제한 해역에서의 채취 기준 결정
- 위생조사 결과는 오염원의 위치를 표시한 종합적인 지도 작성

또한, BMSRCS의 규정에 따라 APO는 다음을 수행한다.

- 집수장 해역의 지형에 기초한 각 해안선 조사 구역의 경계 설정
- 생산 해역에 잠재적인 영향을 미치는 요소를 확인하는 현장 조사 수행
- 생산 해역에 영향을 미칠 수 있는 모든 잠재적인 오염원의 확인 · 조사 · 평가
- 각 잠재적인 오염원에서 생산 해역까지의 거리 판단
- 보통의 오염 조건과 열악한 오염 조건 하에서 생산 해역에 미치는 각 오염원의 잠재적인 영향 판단
- 생산 해역에 영향을 미칠 수 있는 가능성이 확인된 집수장의 잠재적인 오염원에 대한 기록
  - 생산 해역 집수장의 종합적인 지도상의 오염원 위치 확인(GPS 좌표 등)
  - 생산 해역에 미치는 직접적 영향 또는 간접적 영향의 판단
- 가축을 기르는 모든 농장에 대한 평가

표 9. 뉴질랜드 패류위생관리 프로그램(BMSRCS)의 주요 내용

구 분	조 항	내용 등
	제1조 제목	
	제2조 시행	
전문규정	제3조 적용	소비를 위한 이매패류
	제4조 목적	리스크의 확인, 모니터링, 평가, 관리
	제5조 적용되는 활동	상업적 생산, 수확, 선별, 운송
Part 1. 위생관리기준 및 관리계획	제6조 적용되는 사람	육해상 양식장 또는 자연산에 대한 상업적 목적을 위한 이매패류의 생산, 수확 관리자, 실험자 및 운송, 선별, 저장하는 사람 등
	제7조 다른 법령과 관계	
	제8조 정의	
Part 2. 기준, 의무사항, 요건(기준)	제9조 가공을 위한 적합한 이매패류	도입 검토 필요 (가공, 판매에 적합성)
	제10조 오염 최소화	채취자의 수확 시 등 오염 최소화
	제11조 이매패류에 대한 조사, 시료채취, 검사	도입 검토 필요 (모든 운영자의 의무)
	제12조 선박 및 이송수단 적합성 관련 기준	채취선박 및 이송수단 (작업대)의 적합성
	제13조 이매패류 종사자 오염방지 기준	채취자 등의 오염방지
	제14조 포장, 저장 관련 기준	
	제15조 저장 요건	
	제16조 자연정화, 습식저장 및 인공정화 기준	
	제17조 식별, 라벨링, 기록 관리 관련 기준	기록관리 도입(회수 포함)
	제18조 거짓 또는 허위표지	가공 및 소도매 판매 시
기준, 의무사항, 요건(의무사항 및 요건)	제19조 생산자 의무사항	도입 검토 필요 (양식장 운영, 검사자 활동 자유, 정보제공)
	제20조 등록된 채취자의 의무사항	등록되지 않은 자 채취 불가
	제21조 허가된 자연정화 운영자의 의무사항	
	제22조 리스트 된 운송, 선별 작업장 및 이매패류 저장소 등의 운영자 의무사항	
	제23조 채취자의 책무	채취 선박, 시설 등 적합성
	제24조 정보제공의 책무	점검 시 채취자, 공급자의 이매패류 정보제공
	제25조 수확 제한	
	제26조 입증	해역등급 등 입증 (이력추적), 도입
	제27조 실험실	도입 검토 필요 (요구기준 준수) –ISO17025
	제28조 측정 장비 요건	도입 검토 필요 (장비 보정, 기능 등)
기준, 의무사항, 요건(생산해역)	제29조 생산해역의 등급	수질과 패류를 가지고 등급 설정
	제30조 위생조사	오염원 조사 포함 (최초, 12년)
	제31조 생산해역 모니터링	매년 주기적인 조사
	제32조 수확을 위하여 개방 또는 폐쇄된 해역 상태	등급과 별도 (긴급 오염 발생 등)
	제33조 생산해역의 리스트	도입 검토 필요 (리스트 및 표시)

구 분	조 항	내용 등
Part 3. 이매패류 관련자의 등록, 허가 및 목록	제34조–제44조 채취업자의 등록	채취업자의 신청, 등록, 등록조건, 취소, 감독 등
	제45조–제47조 자연정화 (Relay) 운영자의 허가	허가, 허가조건, 취소
	제48조–제55조 운송, 선별 작업장 및 이매패류 저장소 등의 운영자의 리스트 작성	리스트 요건, 신청, 거절, 삭제 등
Part 4. 위법행위 등 기타 조항	제56조 벌칙	
	– 과도기 조항 –	1995년 규정에 따름 ; 국내 지정해역 적용 검토 필요
	제57조 용어해석	
	제58조 채취자, 선박, 운송수단	채취자는 리스트 기간 만료전 등, 선박 및 운송수단은 승인기관 만료전 등
	제59조 자연정화 운영자	
	제60조 생산해역의 현재 등급 또는 리스트 작성, 운송업자, 선발 작업 업자의 이월	
	제61조 다른 규정의 수정	식품 아전 규정 2002 수정

표 10. 뉴질랜드 패류위생관리 프로그램(BMSRCS)의 패류생산해역 분류기준

등급 분류	기준[a)]
원거리 허가해역	– 해수시료: GM ≤14 MPN/100mL 및 〉43 MPN/100mL 10% 이하
	– 이매패류 시료: 〈230 MPN/100g 및 〉700 MPN/100g 10% 이하
허가해역	– 해수시료: GM ≤14 MPN/100mL 및 〉43 MPN/100mL 10% 이하
	– 이매패류 시료: 〈230 MPN/100g 및 〉700 MPN/100g 10% 이하
조건부 허가해역	– 해수시료: GM ≤14 MPN/100mL 및 〉43 MPN/100mL 10% 이하
	– 이매패류 시료: 〈230 MPN/100g 및 〉700 MPN/100g 10% 이하
제한해역	– 해수시료: GM ≤88 MPN/100mL 및 ≤260 MPN/100mL 10% 이하
	– 이매패류 시료: 〈4,600MPN/100g 및 〉14,100 MPN/100g 10% 이하
조건부 제한해역	– 해수시료: GM ≤88 MPN/100mL 및 ≤260 MPN/100mL 10% 이하
	– 이매패류 시료: 〈4,600MPN/100g 및 〉14,100 MPN/100g 10% 이하

a), 해수에서는 분변계대장균, 패류에서의 대장균수

  - 가축의 수 · 종류, 수로에 대한 가축의 접근성, 축산 폐수 처리 시스템의 종류와 효과성
- – 가축과 야생동물군의 효과 판단.
  - 정착성 · 이동성 동물 여부, 사슴, 바다표범, 펭귄, 개체수 및 계절성 추정
- – 생산 해역에 잠재적인 효과를 미치는 모든 호수, 하수구, 배수로, 개울, 강, 기타 집수장으로 흘러드는 수로의 평가
- – 생산 해역에 잠재적인 영향을 미치는 하수 또는 기타 폐수 처리 시스템의 신뢰성과 효과성의 평가
  - 정화조 등 생활하수 관리 시스템이 의도한 목적에 부합하는지 여부 확인 및 평가
- – 생산 해역 이매패류의 남조류 독소(Cyanotoxin) 감염 가능성에 대한 평가
  - 독성 물질이 생산 해역에 부정적인 영향을 미칠 수 있는지에 대한 판단

이상의 해역에 대한 위생조사자료를 기초로 하여 각 패류생산해역을 '원거리허가(Remote Approved)', '허가(Approved)', '조건부 허가(Conditionally Approved)', '제한(Restricted)' 및 '조건부 제한(Conditionally Restricted)'로 등급화 한다. 각 해역의 해수와 이매패류 시료의 세균학적 기준은 표 10에 나타내었다.

신규 생산 해역의 경우 최소한 30개의 해수 시료와 30개의 이매패류 시료가 최소 12 개월 동안의 다양한 환경조건에 대해 수집되어야 해당 해역의 등급화가 가능하며, 등급화 된 해역의 경우에는 등급이 확정되려면 해수와 이

매패류에 대한 최근 3년 동안의 세균학적 자료가 검토되어야 한다. 또한, BMSRCS의 규정에 따라 관계 당국자는 위생 조사 보고서가 발간된 이후 1년마다 발간일로 부터 60일 이내에 위생 조사와 각 생산 해역의 등급화 결과를 재검토해야 한다.

7. 맺음말

우리나라는 세계 4위의 패류 생산국으로 2012년 기준 전체 패류 생산량은 432,818톤으로 전체 수산물 생산량의 13.6%를 차지하고 있다(해양수산부, 2013b). 하지만, 패류에 의한 식중독 사고가 발생할 때 마다 공중보건 위협, 수산물 소비 침체 및 가격 폭락 등으로 사회적 파장과 경제적 손실이 막대하다. 여과섭이를 하는 패류는 생물학적 특성상 병원성 미생물을 체내에 축적하여 감염증을 유발하여 많은 선진국가들에서는 패류생산해역에 대한 별도의 위생관리프로그램을 운영하고 있다. 국내에서도 수출용 패류생산해역에 대한 관리뿐만 아니라 국내 내수용으로도 생산되는 패류에 대한 위생관리를 강화하기 위하여 해양수산부는 '정착성 수산동식물 생산해역의 등급설정 기준'을 고시하고 전국의 패류생산해역에 대한 패류위생 상태를 모니터링하고 있다. 하지만, 미국 · EU 등의 선진국가들과 비교하였을 때, 우리나라의 경우 패류의 위생관리를 강화하기 위한 패류생산해역의 관리를 위한 법적 기반 미비로 지속적이고 중장기적인 정책 추진에 한계가 있다. 따라서 위생적으로 취약하여 빈번한 식중독 사고가 발생할 수 있는 패류의 위생관리를 강화하여 국민건강 증진과 수산물의 안정적인 생산기반 구축을 위해서는 다른 선진국가들과 마찬가지로 패류생산해역을 지속적으로 관리할 수 있는 법적기반이 조속히 마련 되어야할 것이다.

8. 감사의 글

본 연구는 2012년도 해양수산부의 '패류위생관리 프로그램 구축 연구(7000-7031-300-260)'에 대한 연구지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고 문헌

1. 곽노성. EU 식품안전정책동향. 세계농업. 164: 1-22 (2014)

2. 하광수, 유현덕, 심길보, 김지회, 이태식, 김풍호, 이희정, 유홍식. 2013, 강우에 따른 적양항과 장포항 육상오염원이 창선 해역에 미치는 세균학적 영향평가, Kor. J. Fish. Aquat. Sci. 46: 160-167 (2013)

3. 해양수산부. 수산물의 생산 · 가공시설 및 해역의 위생관리기준 (2013a)

4. 해양수산부. 해양수산통계연보 (2013b)

5. 오은경, 유현덕, 유홍식, 하광수, 신순범, 이태식, 이희정, 김지회, 손광태. 패류 중 자연정화 및 인공정화에 의한 위생지표세균의 변화, Kor. J. Fish. Aquat. Sci. 45: 11-16 (2012)

6. 장동석, 손광태, 이희정, 김영목, 이명숙. 패류생산해역에서 패류의 바이러스 저감을 위한 관리 방안. 학술원논문집. 49: 191-244 (2010)

7. Allen, K. The transmission of typhoid by sewage polluted oyster. Rep. Am. Public Health Assoc. 25: 154-165 (1899)

8. European Commission. Regulation (EC) No 854/2004 (2004)

9. Jensen, E.T. Shellfish and public health. J. Milk Food Tech. 19: 281-283 (1996)

10. Lees, D. Viruses and bivalve shellfish. Int. J. Food Microbiol. 59: 81-116 (2000)

11. Lipp, E.K., Farrah, S.A. and Rose, J.B. Assessment and impact of microbial fecal pollution and human enteric pathogens in a coastal community. Mar. Pollut. Bull. 42: 286-293 (2001)

12. US FDA (U.S. Food and Drug Administration). National Shellfish Sanitation Program, Guide for the control of molluscan shellfish, Model ordinance (2009)