

# 생굴(*Crassostrea gigas*)의 선도 변화에 포장용기가 미치는 영향

윤나영 · 안병규<sup>1</sup> · 인정진<sup>1</sup> · 한형구<sup>1</sup> · 이우진<sup>1</sup> · 서정화<sup>2</sup> · 정삼근<sup>2</sup> · 심길보<sup>1\*</sup>

국립수산과학원 식품위생가공과, <sup>1</sup>부경대학교 식품공학과, <sup>2</sup>굴하식수협

## Effect of the Packaging Container on the Freshness of Raw Oysters *Crassostrea gigas*

Na Young Yoon, Byoung Kyu An<sup>1</sup>, Jung Jin In<sup>1</sup>, Hyeong Gu Han<sup>1</sup>, Woo Jin Lee<sup>1</sup>, Jeong-Hwa Seo<sup>2</sup>, Sam Geun Jeong<sup>2</sup> and Kil Bo Shim<sup>1\*</sup>

Food safety and Processing Research Division, National Institute of Fisheries Science, Busan 46083, Republic of Korea

<sup>1</sup>Department of Food Science and Technology, Pukyong National University, Busan 48513, Republic of Korea

<sup>2</sup>Oyster Hanging Culture Fisheries Cooperatives, Tongyeong 53025, Republic of Korea

The shelf life of oysters *Crassostrea gigas*, in two different types of packaging containers, polyethylene (PE) and polyethylene terephthalate (PET), was determined by evaluating the pH, glycogen and soluble protein content, turbidity, and viable cell count. After 7 days of storage, the pH of the packing water in the PE container decreased to 5.88, while the pH in the PET container decreased to 6.03. In the PE container, the glycogen content of the oysters decreased by 0.85 g/100 g and the soluble protein content and turbidity of the packing seawater increased by 1,927.21 mg/100 g and 3.24 McF, respectively. In the PET container, the glycogen content of the oysters decreased by 0.96 g/100 g and the soluble protein content and turbidity of the packing seawater increased by 1,674.75 mg/100 g and 0.98 McF, respectively. The reaction rate constants (*K*) were as follows: glycogen content, -0.18 (PE) and -0.10 (PET); soluble protein content, 0.29 (PE) and 0.26 (PET); and turbidity, 0.41 (PE) and 0.06 (PET). These results suggested that PET can be used as a new packaging container material for raw oysters because the quality is maintained and it offers more convenient handling during distribution.

Keywords: Freshness, Oyster, Polyethylene, Polyethyleneterephthalate, Packaging

### 서론

코로나19 이후 수산물 소비는 온라인 등 비대면 접촉 방식의 거래 수요가 급증하고 있어, 부패 및 변질이 쉬운 수산물은 유통과정에서 품질이 유지될 수 있는 새로운 포장방법이 중요하다(MOF, 2021). 특히, 수산물 중 전복, 진주담치, 바지락, 가라비 등 패류는 껍질이 있는 생물로 주로 유통되고 있으며, 겨울철부터 이듬해 봄철까지 유통되는 생굴은 채취 후 탈각과 세척 공정을 거쳐 해수 등과 함께 polyethylene (PE) 재질의 봉지에 포장하여 저온 상태를 유지하여 유통된다. 굴(*Crassostrea gigas*)은 단백질, 타우린, 무기질 등 많은 영양성분을 함유하고 있고(Mok et al., 2007; Lee et al., 2020), 근육 조직이 연약하여

증장선 등의 소화기관에 존재하는 미생물에 의해 빨리 소화분해되기 쉬운 특징 때문에 냉장 조건에서도 저장수명이 짧으며, 해양환경의 특성상 *Vibrio vulnificus*와 같은 병원성 미생물에 취약하다(Feldhusen, 2000; Jeong et al., 2015). 일반적인 생굴의 냉장 보관 시 유통기한은 1-3일 보고하고 있으며(Lee et al., 2020), 선도저하에 따라 굴과 충전수의 pH, glycogen 함량의 지속적인 감소로 가용성단백질의 증가와 탁도의 증가는 외형적인 관능적 기호도 저하와 일반세균수도 증가하여 품질이 저하된다(Son et al., 2014). 생굴의 유통기한을 연장하기 위해 오존수 처리, 초고압 처리, 감마선 조사, 천연 첨가물 첨가, 박테리 오신 코팅 플라스틱, 전기분해수를 통한 인공정화, UV-lamp를 통한 인공 정화 등이 연구되었다(Kim et al., 2002; Park et al.,

\*Corresponding author: Tel: +82. 51. 629. 5834 Fax: +82. 51. 629. 5824

E-mail address: kbshim@pknu.ac.kr



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2022.0073>

Korean J Fish Aquat Sci 55(1), 73-77, February 2022

Received 25 November 2021; Revised 6 December 2021; Accepted 29 January 2022

저자 직위: 윤나영(연구사), 안병규(대학원생), 인정진(대학원생), 이우진(대학원생), 서정화(대리), 정삼근(과장), 심길보(교수)

2006; Park et al., 2008; Cao et al., 2009; Oh et al., 2012; Chen et al., 2014; Jeong et al., 2015; Lee et al., 2020). 이들 연구는 생굴의 선도에 따른 품질 변화 조사를 통해 유통기한의 연장 효과를 조사한 연구이며, 포장용기에 따른 품질 변화 비교 연구는 전무한 실정이다.

수산물 표준규격(국립수산물품질관리원고시 제2021-29호)은 수산물의 상품성 제고와 유통능률 향상 등을 목적으로 수산물 포장규격을 정하고 있으며, 수산물을 포장하는데 사용하는 재료로서 식품위생법 등 관계 법령에 적합한 골판지, 그물망, PP (polypropylene), PE (polyethylene), PS (polystyrene), PPC (polypropylene carbonate) 등을 사용하도록 되어 있다.

따라서 본 연구는 수산물의 포장재로 사용되고 있는 기존 생굴의 포장 용기인 PE 재질과 새로운 포장용기로 PET (polyethyleneterephthalate) 재질의 용기에 생굴을 포장하여 선도에 따른 이화학적 및 미생물학적 품질 변화를 조사하여 새로운 생굴 포장 방법을 제시하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에서는 경상남도 통영시에서 채취한 생굴을 500 mL 용량의 PE 재질의 봉지와 PET 재질의 원통형 용기(Ø100, 745 mL)에 각각 396±28 g, 380±18 g씩을 담고 충전수[해수:담수=2:1 (v/v)]와 함께 포장하였다(Fig. 1). 포장된 생굴은 4°C 냉장고에 7일 동안 저장하면서 시료로 사용하였으며, 포장굴은 생굴과 충전수로 분리하고 생굴은 일회용 실험실 타월(Wypall, L25; Kimberly-Clark, Roswell, GA, USA)을 이용하여 물기를 제거하였다.

### 실험방법

#### pH

pH는 pH meter (Orion star A111; Thermo Scientific Inc., Fort Collins, CO, USA)를 이용하여 충전수의 pH를 직접 측정하였다.

#### Glycogen 함량

생굴의 glycogen 함량은 Cicik and Engin (2005)의 방법을 이용하였다. 0.5 g의 생굴 시료에 30% KOH용액 5 mL를 첨가하여 95°C에서 20분간 중탕한 뒤 포화 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>용액 0.5 mL와 95% ethanol 5 mL를 첨가하여 95°C에서 다시 15분간 중탕한 뒤 방냉한 시료를 원심분리(1,246 g, 10 min) 하였다. 침전물에 2 mL 증류수와 99% ethanol 2.5 mL를 첨가하고 원심분리(1,246 g, 10 min)한 뒤, 5 M HCl 2 mL를 넣고 완전히 용해시킨 후 0.5 M NaOH로 중화하여 50 mL로 정용한 것을 시료용액으로 사용하였다. 시료용액 5 mL에 0.2% anthrone-sulfate



Fig. 1. Photo of raw oyster *Crassostrea gigas* packaged using two different types of packaging containers, PE (polyethylene, A) and PET (polyethylene terephthalate, B).

solution을 10 mL를 가하고 95°C에서 10분간 중탕한 뒤 방냉하여 분광광도계(UV mini-1240; Shimadzu, Tokyo, Japan)를 이용하여 620 nm에서 흡광도를 측정하였다. glycogen함량은 glucose를 표준물질로 작성한 정량곡선에 따라 측정하였으며, glycogen 전환계수 0.9를 곱하여 계산하였다.

#### 가용성단백질 함량

가용성단백질 함량은 Son et al. (2014)의 방법에 따라 Biuret assay를 이용하여 측정하였다. 충전수 1 mL에 Biuret시약 4 mL를 넣고 혼합하여, 실온에서 30분간 방치한 후 분광광도계(UV mini-1240; Shimadzu)를 이용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하였다. 가용성단백질 함량은 BSA (bovine serum albumin)를 표준 단백질로 작성한 정량곡선에 따라 측정하였다.

#### 탁도

탁도는 휴대용 McFarland 탁도계(Densichek plus; Biomerieux Inc., Durham, NC, USA)를 이용하여 충전수의 탁도를 직접 측정하여 0-4 McF (McFarland)로 나타냈다.

#### 일반세균수

일반세균수 분석은 식품공전(MFDS, 2021)의 일반시험법 중 미생물 시험법에 준하는 방법으로 수행하였다. 생굴 시료 25 g에 0.1 M PBS (phosphate buffer saline, pH 7.2) 225 mL를 가하여 2분간 stomacher (BagMixer 400VW; Interscience, Saint nom, France)로 균질화하였다. 시료 균질액 1 mL를 취하여 십진희석법에 따라 희석하고 각 단계 희석액을 PCA (plate count agar; Difco Laboratories, Detroit, MI, USA)에 분주하여 접종한 후, 35±1°C에 48±2시간 동안 배양하였다. 충전수는 무균상태에서 시료를 바로 채취하여 생굴과 동일한 방법으로 측정하였다. 생성된 세균 집락수를 계수하여 생굴 및 충전수의 일반세

균수를 산출하였다.

### 반응속도 상수

저장 중 생굴 및 충전수의 품질변화는 0차 반응으로 간주하였으며, 시간에 따른 각 인자들의 변화속도를 반응속도 상수( $K$ )로 임의적으로 결정하고 포장용기에 따른 속도차이를 계산하였다.

### 통계분석

각 시료에서 얻은 결과는 3회 반복 실시하였고, 모든 측정치는 평균(mean)±표준편차(standard deviation)로 나타냈다. 각 실험 결과에 대한 통계는 SAS (Statistical Analysis System) 프로그램을 이용하여 각각의 실험결과에 대한 ANOVA test를 이용하여 분산분석을 진행하였고, Duncan의 다중비교(Duncan's multiple range test)로  $P < 0.05$  유의수준에서 검증을 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### pH 및 glycogen 함량 변화

충진수의 pH 변화는 저장 1일까지 상승하고 이후 지속적으로 감소하였다. PE 재질 용기의 충전수는 저장 직후 pH가 6.26이었으며, 저장 1일 6.35까지 증가하고 이후 감소하여 저장 3일에는 6.07이었으며, 7일 이후에는 5.88로 저하되었다. 반면, PET 재질 용기의 충전수는 초기 pH가 6.33이었고, 저장 1일에는 6.48이었으며, 7일 이후에는 6.03로 저하되었다(Fig. 2A). 포장용기에 따른 생굴의 glycogen 함량 변화는 PE 재질 용기에서는 저장 직후에 1.99 g/100 g에서 7일차에 0.85 g/100 g으로 감소되었으며, PET 재질 용기에서는 저장 직후에 1.72 g/100 g에서 저장 7일 경과 후에는 0.96 g/100 g까지 감소하였다(Fig. 2B). 굴에 함유되어 있는 glycogen 함량은 계절에 따라 차이가 있

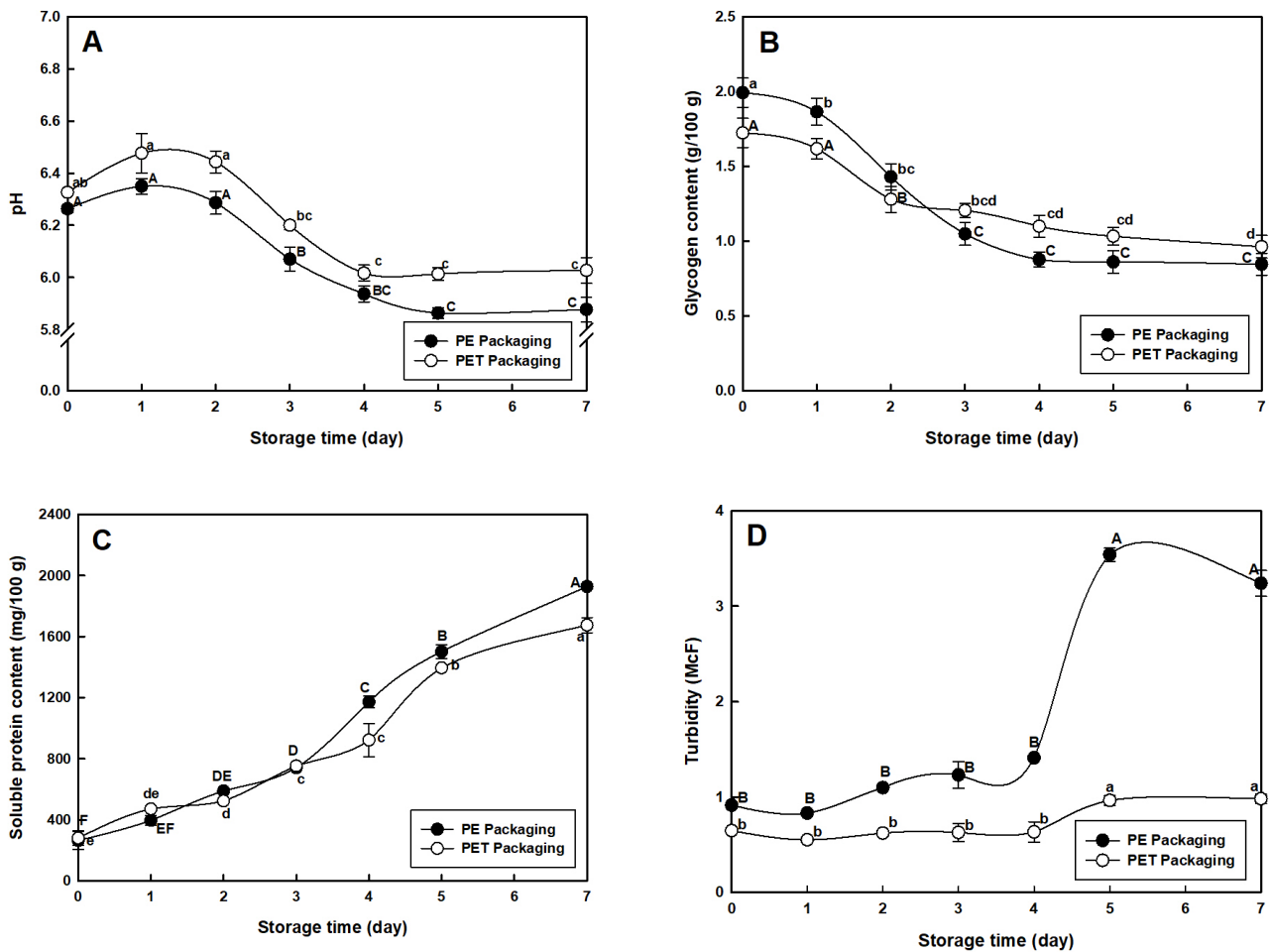


Fig. 2. Change in pH (A), glycogen (B), soluble protein (C) and turbidity (D) of packing seawater and raw oyster *Crassostrea gigas* packaged PE and PET container during storage at 4°C for 7 days. Different letters in each bar denote statistically significant differences at  $P < 0.05$ . PE, polyethylene; PET, polyethylene terephthalate.

으며(Dridi et al., 2007; Kim et al., 2014), 우리나라 거제만 굴의 경우 2월에 최대치로 상승하였다가 3월에 1.95 g/100 g으로 7월까지 감소한다고 보고하였다(Son et al., 2014). 본 연구결과에서 시료로 사용된 굴의 glycogen 함량과 유사하였으며, 굴에 다량 함유되어 있는 glycogen은 해당과정(glycolysis)을 거치면서 젖산을 생성하고 생성된 젖산에 의해 pH가 감소한다. 생굴을 2-4°C에서 16일 저장시 pH가 5.1까지 저하되어, pH저하는 생굴의 선도변화와 밀접한 관계가 있으며(He et al., 2002), pH는 생굴의 품질변화를 알려주는 중요한 지표이다(Park et al., 2006; Cao et al., 2009).

따라서 본 연구에서는 생굴 충전수의 pH 변화와 굴의 glycogen 함량 변화가 PE 재질 용기가 PET 재질 용기보다 더 빠르게 저하되거나 감소하여 포장용기에 따른 생굴의 선도 변화 차이가 확인되었다.

### 가용성단백질 함량 및 탁도 변화

충진수의 가용성단백질 함량은 저장 3일까지는 유사하였으나 이후에는 포장용기에 따라 차이가 있었다(Fig. 2C). PE 재질 용기에서 충전수의 가용성단백질 함량은 0일차에 265.43 mg/100 g에서 7일차에 1,927.21 mg/100 g으로 증가하였으며, PET 재질 용기에서 충전수의 가용성단백질 함량은 0일차에 280.92 mg/100 g에서 7일차에 1,674.75 mg/100 g으로 증가하였다.

포장용기에 따른 충전수의 탁도 변화는 PE 재질 용기에서 0일차에 0.91 McF에서 7일차 3.24 McF로 증가하였으며, PET 재질 용기에서 0일차에 0.65 McF에서 7일차에 0.98 McF로 증가하였다. 충전수의 가용성단백질 함량과 탁도 변화는 저장 3일까지는 유사하였으나 이후부터 상당한 차이가 있었다(Fig. 2D).

저장 7일 동안의 포장용기에 따른 가용성단백질과 탁도 증가는 저장 초기에 비하여 PE 재질 용기가 각각 726%, 352% 증가하였으며, PET 재질 용기가 각각 596%, 125%이었다. 봉지굴로 유통되는 생굴의 탁도 증가는 선도 저하에 따라 굴의 조직 파편과 glycogen 및 가용성단백질이 용출되어 증가하므로(Son et al., 2014), 본 연구에서도 포장용기에 따라 생굴의 가용성단백질 생성량 차이 등이 탁도에 영향을 준 것으로 판단된다.

### 일반세균수 변화

생굴과 충전수의 일반세균수는 포장용기에 따른 차이가 없었으며 저장기간 동안에도 큰 변화가 없었다(Table 1). PE 재질 용기에서 생굴의 평균 일반세균수는 0일차에  $1.2 \times 10^4$  CFU/g에서 7일차에는  $3.47 \times 10^4$  CFU/g이었으며, PET 재질 용기에서 생굴의 평균 일반세균수는 0일차에  $1.95 \times 10^4$  CFU/g에서 7일차에  $2.04 \times 10^4$  CFU/g이었다. 충전수의 일반세균수는 0일차에 포장용기별로 각각  $2.0 \times 10^2$  CFU/mL (PE)과  $1.74 \times 10^2$  CFU/mL (PET)에서 7일차에는  $5.01 \times 10^2$  CFU/mL (PE),  $2.82 \times 10^2$  CFU/mL (PET)이었다.

일반적으로 생굴의 일반세균수는 채취시기에 따라 차이가 있지만 일반적으로 3.14-4.34 log CFU/g이며, 충전수는 1.13-2.6

log CFU/mL로 알려져 있으며, 저장온도와 시간에 상당한 영향을 받으며, 저온 저장시 생굴은 4-5 log CFU/g, 충전수는 2-3 log CFU/mL까지 증가한다고 보고한 바 있다(Son et al., 2014; Jeong et al., 2015; Park et al., 2017). 본 연구결과에서도 이들 결과와 유사한 경향으로 증가하였다.

### 반응속도상수

생굴 및 충전수의 각 성분의 변화가 포장용기에 따른 차이가 있는지를 확인하기 위해 각 성분들의 측정값과 가용성단백질은 자연로그를 취한 값을 1차 함수로 취하여 성분들의 변화량인 기울기를 반응속도상수로 계산하였다(Table 2). PE 재질 용기의 봉지에 포장한 생굴과 충전수의 각 성분의 반응속도상수는 각각 -0.08 (pH), -0.18 (glycogen), 0.29 (가용성단백질), 0.41 (탁도)이었으며, PET 재질의 용기에 포장한 생굴과 충전수의 각 성분의 반응속도상수는 각각 -0.07 (pH), -0.10 (glycogen), 0.26 (가용성단백질), 0.06 (탁도)이었다. 이들 반응속도상수를 비교하면 pH 변화는 포장용기에 따른 차이가 없었으나 glycogen, 가용성단백질 함량은 PE에서 다소 높았으며, 이로 인하여 탁도는 PE가 PET 재질 용기에 비하여 상당히 높았다.

이들 결과를 토대로, 기존의 유통되고 있는 PE 재질 용기의 봉지굴에 비하여 PET 재질 용기는 생굴의 초기 선도변화는 봉지굴과 차이가 없었으나 저장 3일 이후에는 봉지굴에 비하여 선

Table 1. Change in viable cell count of packing seawater and raw oyster *Crassostrea gigas* packaged PE and PET container during storage at 4°C for 7 days

Storage time (Day)	Oyster (CFU/g)		Packing water (CFU/mL)	
	PE	PET	PE	PET
0	$1.20 \times 10^4$	$1.95 \times 10^4$	$2.00 \times 10^2$	$1.74 \times 10^2$
1	$1.38 \times 10^5$	$3.47 \times 10^4$	$6.46 \times 10^2$	$3.16 \times 10^2$
2	$2.00 \times 10^5$	$5.62 \times 10^4$	$3.98 \times 10^2$	$1.12 \times 10^3$
3	$1.95 \times 10^4$	$6.61 \times 10^4$	$5.50 \times 10^2$	$3.63 \times 10^2$
4	$3.02 \times 10^4$	$7.08 \times 10^4$	$2.40 \times 10^2$	$2.57 \times 10^2$
5	$8.51 \times 10^4$	$8.13 \times 10^4$	$2.34 \times 10^2$	$9.55 \times 10^2$
7	$3.47 \times 10^4$	$2.04 \times 10^4$	$5.01 \times 10^2$	$2.82 \times 10^2$

PE, Polyethylene; PET, Polyethylene terephthalate.

Table 2. Reaction rate constant of pH, glycogen, soluble protein, and turbidity of packing seawater and raw oyster *Crassostrea gigas* packaged PE and PET container

Parameter	PE	PET
pH	-0.08	-0.07
Glycogen	-0.18	-0.10
Soluble protein	0.29	0.26
Turbidity	0.41	0.06

PE, Polyethylene; PET, Polyethylene terephthalate.



도저하가 억제되며 특히 탁도가 증가하지 않았다. 이러한 생굴의 선도변화에 따른 성분의 차이는 포장 재질의 산소투과도 차이에 의한 것으로 판단된다.

따라서 생굴 유통시 사용되는 PE 재질 용기보다 저장 3일 이후의 선도 변화가 적은 PET 재질 용기는 품질관리와 유통과정에서 취급이 용이하므로 생굴의 새로운 포장용기로 활용이 가능할 것으로 판단된다.

## 사 사

이 논문은 2022년 국립수산물과학원 수산과학연구사업(R2022066)의 지원으로 수행된 연구이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

## References

- Cao R, Xue CH, Liu Q and Xue Y. 2009. Microbiological, chemical, and sensory assessment of Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) stored at different temperatures. *Czech J Food Sci* 27, 102-108. <http://doi.org/10.17221/166/2008-CJFS>.
- Chen H, Wang M, Chen S, Chen T and Huang N. 2014. Effects of ozonated water treatment on the microbial population, quality, and shelf life of shucked oysters (*Crassostrea plicatula*). *J Aquatic Food Prod Technol* 23, 175-185. <https://doi.org/10.1080/10498850.2012.707761>.
- Cicik B and Engin K. 2005. The effects of cadmium on levels of glucose in serum and glycogen reserves in the liver and muscle tissues of *Cyprinus carpio*. *Turk J Vet Anim Sci* 29, 113-117.
- Dridi S, Romdhne MS and Elcafsi M. 2007. Seasonal variation in weight and biochemical composition of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas* in relation to the gametogenic cycle and environmental conditions of the Bizert lagoon, Tunisia. *Aquaculture* 263, 238-248. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.10.028>.
- Feldhusen F. 2000. The role of seafood in bacterial foodborne disease. *Microbes Infect* 2, 1651-1660. [https://doi.org/10.1016/s1286-4579\(00\)01321-6](https://doi.org/10.1016/s1286-4579(00)01321-6).
- He H, Adams RM, Farkas DF and Morrissey MT. 2002. Use of high-pressure processing for oyster shucking and shelf-life extension. *J Food Sci* 67, 640-645. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb10652.x>.
- Jeong ET, Han HN, Kim YH, Lee EH, Kim DH, Kim JH, Yeom SM and Kim YM. 2015. The effects of natural food additives on the self-life and sensory properties of shucked and packed Pacific oyster *Crassostrea gigas*. *Korean J Fish Aquat Sci* 48, 244-248. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2015.0244>.
- Kim MA, Shim KB, Park JS, Oh EG, Shin SB, Park KB and Lim CW. 2014. Seasonal variation in the proximate composition, pH and glycogen content of oysters *Crassostrea gigas* collected in Geoje and Jaran bay in Korea. *Korean J Fish Aquat Sci* 47, 713-718. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2014.0713>.
- Kim YM, Paik HD and Lee DS. 2002. Shelf-life characteristics of fresh oysters and ground beef as affected by bacteriocin-coated plastic packaging film. *J Sci Food Agric* 82, 998-1002. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1125>.
- Lee DH, Kang DM, Park SK, Jeong MC, Kang MG, Jo DM, Lee JH, Lee DE, Sim YA, Jeong KJ, Cho KJ and Kim YM. 2020. Shelf-life extension of raw oyster *Crassostrea gigas* by depuration process. *Korean J Fish Aquat Sci* 53, 842-850. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2020.0842>.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2021. Korea food code. Retrieved from [https://foodsafetykorea.go.kr/food-code/01\\_03.jsp?idx=362](https://foodsafetykorea.go.kr/food-code/01_03.jsp?idx=362) on Nov 24, 2021.
- MOF (Ministry of Oceans and Fisheries). 2021. Survey on fisheries production and distribution industries in 2020, Korea. MOF, Sejong, Korea, 356.
- Mok JS, Lee DS, Yoon HD, Park HY, Kim YK and Wi CH. 2007. Proximate composition and nutritional evaluation of fisheries products from the Korean coast. *Korean J Fish Aquatic Sci* 40, 259-269. <https://doi.org/10.5657/kfas.2007.40.5.259>.
- Oh EG, Yoo HD, Yu HS, Ha KS, Shin SB, Lee TS, Lee HJ, Kim JH and Son KT. 2012. Removal of fecal indicator bacteria from bivalves under natural and electrolyzed water. *Korean J Fish Aquat Sci* 45, 11-16. <https://doi.org/10.5657/kfas.2012.0011>.
- Park JS, Park JN, Park JG, Han IJ, Jung PM, Song BS, Choi JI, Kim JH, Han SB, Byun MW and Lee JW. 2008. Microbiological, physicochemical, and sensory characteristics of gamma-irradiated fresh oysters during storage. *J Radiat Ind* 2, 85-91.
- Park WJ, Jwa MK, Hyun SH, Lim SB and Song DJ. 2006. Microbial and quality changes during storage of raw oyster treated with high hydrostatic pressure. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35, 1449-1455. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2006.35.10.1449>.
- Park SY, Lee KD, Lee JS, Heu MS, Lee TG and Kim JS. 2017. Chemical and biological properties on sanitary of cultured oyster *Crassostrea gigas* intended for raw consumption or use in seafood products. *Korean J Fish Aquat Sci* 50, 335-342. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2017.0335>.
- Son KT, Shim KB, Lim CW, Yoon NY, Seo JH, Jeong SG, Jeong WY and Cho YJ. 2014. Relationship of pH, glycogen, soluble protein, and turbidity between freshness of raw oyster *Crassostrea gigas*. *Korean J Fish Aquat Sci* 47, 495-500. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2014.0495>.