

생굴(*Crassostrea gigas*)의 저장성 및 관능성에 대한 천연 첨가물의 효과

정은택 · 한해나¹ · 김윤희¹ · 이은혜¹ · 김덕훈¹ · 김지훈¹ · 염승목¹ · 김영목^{1*}

에스앤티텍, ¹부경대학교 식품공학과

The Effects of Natural Food Additives on the Self-life and Sensory Properties of Shucked and Packed Pacific Oyster *Crassostrea gigas*

Eun-Tak Jeong, Hae-Na Han¹, Yunhye Kim¹, Eun-Hye Lee¹, Deok-Hoon Kim¹, Ji-Hoon Kim¹,
Seung-Mok Yeom¹ and Young-Mog Kim^{1*}

SNTECH Co., Ltd., Sunnam 463-760, Korea

¹Department of Food Science and Technology, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

We explored the efficiency of natural antibacterial agents used to enhance the self-life and sensory properties of shucked and packed Pacific oyster *Crassostrea gigas*, which are in high demanded. First, we screened natural resources exhibiting antibacterial activity against food spoilage and pathogenic bacteria. Of these, ignited oyster shell powder (IOS) and the natural food preservative, lactic acid bacteria fermented powder (LBF), were selected for further study considering the efficacy, mass production, and cost. The addition of 0.1% IOS (W/V) and 0.5% LBF (W/V) to shucked and packed oyster optimally extended the shelf-life without affecting the sensory evaluation. The results obtained in this study will provide a clue to enhance self-life in raw oyster products.

Key words: Natural food additives, Pacific oyster, Self-life, Sensory properties

서 론

굴은 단백질, 아미노산, 타우린 및 미네랄 등의 영양 성분이 풍부하여 동·서양인에게 사랑받고 있는 수산물이다(Park et al., 2008). 또한 굴은 양식 생산량이 2010년도 기준 전체 패류양식의 약 75%를 차지하고 2010년도 기준 수출 금액이 66,057천 USD에 달하는 우리나라의 패류양식 산업에서 가장 중요한 위치를 차지하고 있다(Kim, 2013). 2010년도 굴 수출 실적을 보면 대부분 냉동, 건조 및 통조림의 형태로 수출되고 있으며 냉동 굴은 주로 일본과 미국(전체 냉동 굴의 80.2%)으로 건조 굴은 홍콩, 싱가포르, 대만 등의 중화권으로 통조림은 미국(전체 통조림의 84.6%)으로 수출되고 있다(Kim, 2013). 냉동, 건조 및 통조림 등의 수출용 굴 가공품과 달리 내수용의 경우는 박신을 한 후 생굴 등의 형태로 대부분 유통되고 있다(Park, 2013).

생굴의 경우 육 조직이 연약하고 중장선 등의 소화기관에 존재하는 미생물에 의해 빨리 소화 분해되기 쉬운 특징 때문에 냉장 조건에서도 저장수명이 짧다고 보고되고 있다(Park et al.,

2008). 또한 가공 및 유통 중의 부적절한 온도 조건에서의 보관은 빠른 품질 저하를 초래한다(Kong et al., 2006). 이러한 이유로 일본은 생굴의 유통기한을 10℃에서 4일로 규정하고 있으나 우리나라에서는 이에 대한 법적 기준이 없고 일반적으로 냉장조건에서 7일의 기한으로 유통되고 있다(Park et al., 2008). 하지만 Xiao and Zhang (2003)은 생굴의 self-life(유통기한)는 주변 온도에 따라 다르지만 일반적으로 1-3일이라고 보고하고 있어 현재의 조건으로 국내에서 유통되고 있는 생굴의 경우 식품위생안전에 심각한 문제를 초래할 수 있다. 생굴의 유통기한 연장을 위한 연구로는 방사선 조사를 이용한 방법(Park et al., 2008), modified atmosphere packaging (MAP)를 이용한 방법(Xiao et al., 2011) 및 초고압 처리를 이용한 방법(Oshima et al., 1993) 등이 알려져 있다. 초고압 처리의 경우 생굴 특유의 조직감과 풍미의 저하, 방사선 조사는 소비자들의 거부감 그리고 MAP 경우 경제성의 단점 때문에 실용화되지 못하고 있다. 이에 본 연구에서는 천연물 유래의 항균성 물질을 이용하여 생굴의 저장기간을 연장하고 풍미를 개선할 수 있는 가능성에 대

<http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2015.0244>



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.

Korean J Fish Aquat Sci 48(2) 244-248, April 2015

Received 7 January 2015; Revised 6 February 2015; Accepted 11 February 2015

*Corresponding author: Tel: +82. 51. 629. 5832 Fax: +82. 51. 629. 5824

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

한 연구를 진행하였다.

재료 및 방법

시료

본 연구에 사용된 참굴(Pacific oyster, *Crassostrea gigas*)은 경남 통영시 소재 대원식품에서 당일 수확한 것을 현장에서 박신하고 500 g의 생굴을 250 mL의 충진수(해수와 담수 비율 2:1)로 충진 포장하여 빙장 조건에서 신속히 연구실로 운송하였다.

생굴의 저장성 및 관능성 향상을 위해 천연물 유래 항균 소재로 굴 폐각 분말과 유산균 발효 분말을 사용하였다. 굴 폐각 분말은 1,800°C에서 소성하고 분쇄한 것으로 부산시 기장군에 소재하고 있는 (주)비와이에코에서 제조한 굴 폐각 분말(제품명: 이온화 칼슘 TYPE IC-60)을 사용하였고 유산균 발효 분말은 경기도 성남시 소재 (주)에스애펙에서 판매하고 있는 식품용 천연 첨가물을 제공 받아 사용하였다.

미생물 시험법

생굴에서의 미생물 검사는 American Public Health Association (1984)의 방법에 따라 시료를 균질화하고 Son et al. (2014a)이 보고한 방법에 따라 일반 세균수와 위생지표 세균수를 측정하였다. 충진수의 경우에는 시료 1 mL을 취하여 Son et al. (2014a)의 방법에 따라 측정하였다.

pH

생굴에서의 pH 측정을 위하여 생굴 25 g과 75 mL의 멸균 증류수를 넣어 균질기(Stomacher® 400 circulator; Seward, Worthing, UK)에서 230 rpm의 속도로 90초간 균질화시킨 후 측정하였다.

관능시험

본 연구에서 실시한 관능검사는 검사 목적과 취지를 충분히 숙지시킨 20-30세의 패널 요원 8명을 선정하여 10점 척도법으로 관능검사를 실시하였다. 외관, 향, 맛, 질감, 짠맛, 비린 맛, 이취 및 종합적인 선호도의 각 항목에 대해 관능적 특성이 높을수록 높은 점수를 주도록 하였다.

통계분석

실험분석 얻어진 결과에 대한 통계 처리는 시료에 대해 평균 ± 표준오차로 나타내었으며 분석은 Duncan's multiple range test로 평균간의 유의성($P < 0.05$)로 검정하였다(Steel and Torrie, 1980).

결론 및 고찰

천연 첨가물의 첨가에 의한 생굴의 저장성 연장

생굴은 쉽게 변질되는 특성을 가지고 있고 유통 중에 미생물 오염 및 자가 효소 활성으로 인하여 맛, 색, 향 등의 손실이 초래되어 보존기간이 짧아 생물 상태로는 유통이 매우 짧다(Kong et al., 2006; Park et al., 2008; Xiao and Zhang, 2003). 또한 굴을 가열 살균하면 저장기간을 연장시킬 수 있으나 가열 처리에 따른 생굴 본래의 독특한 풍미와 조직감의 변질 때문에 바람직하지 않다(Oshima et al., 1993; Park et al., 2008; Xiao et al., 2011). 이러한 이유 때문에 가열 살균에 의한 영양성분 파괴, 기호성 및 조직감이 저하되기 쉬운 수산물의 경우 천연 추출물을 이용하여 저장성을 연장에 대한 연구가 보고되어 있다(Kang et al., 2014; Song et al., 2009). 하지만 생굴의 경우에는 이러한 연구에 대한 보고가 전무하여 본 연구에서 천연 첨가물을 이용하여 생굴의 저장성 연장에 대한 가능성을 평가하였다. 연구의 초기 단계에 생굴의 저장성 연장에 대한 한약재, 허브 및 해조류 추출물 등의 추출물의 영향을 조사하였으나 기대만큼의 효과가 나타나지 않았고 맛, 색, 향 등의 관능적인 평가도 부정적이었다(결과 미제시). 이에 식품의 저장성 향상을 위한 목적으로 사용되고 있는 천연 첨가물인 유산균 발효 분말(0.5%, w/v)과 굴 폐각 분말(0.1%, w/v)을 이용한 생굴의 저장성 연장 효과에 대해 가능성을 확인하고 연구를 진행하였다.

현재 우리나라에서 생굴의 유통에 대한 법적 기준은 없지만 굴 수협 등의 경매 현장에서는 일반 세균수 및 위생지표세균 등의 미생물학적 지표에 대한 분석이 실시간으로 불가능하기 때문에 pH 측정기를 이용한 충진수의 pH를 모니터링 하는 방법을 사용하고 있으며 그 기준은 pH 6.3으로 정하고 있다. 또한 생식용 생굴의 경우, 식품의약품 안전처의 식품의 기준 및 규격에서 분원성대장균은 230 MPN/100 g 이하로 규정되어 있다(Korea Food Standards Codex, 2015). 이에 굴 폐각 분말과 유산균 발효 분말을 첨가한 실험군의 저장성 연장 효과를 조사하기 위하여 4°C에서 저장 중 pH, 일반 세균수 및 위생지표세균의 변화를 모니터링 하였다.

Table 1에 나타난 것처럼 0.1%의 굴 폐각 분말과 0.5%의 유산균 발효 분말을 동시에 첨가한 실험군이 대조군 및 각각 첨가한 다른 실험군에 비해 충진수와 생굴에서 pH 유지 효과 및 일반 세균수와 위생지표세균 실험에서 가장 효과적인 것으로 나타났다.

특히 0.1%의 굴 폐각 분말과 0.5%의 유산균 발효 분말을 첨가한 실험군은 실험기간 동안 충진수와 생굴에서 일반 세균수와 위생지표세균의 변화가 거의 없어 저장성 연장효과가 가장 뛰어난 것으로 나타났다(Table 1). 또한 모든 시료에서 식품의약품안전처의 식품의 기준 및 규격인 생식용 굴의 섭취 기준(분원성 대장균 230 MPN/100 g 이하)이 유지되고 있어 4°C에서 5일간의 저장기간 중에는 위생학적인 문제는 없는 것으로 나타났다(Table 1, B; Korea Food Standards Codex, 2015).

pH 변화의 경우, 실험 0일차에는 충진수와 생굴의 모든 시료에서 pH가 6.3 이상으로 굴 수협의 경매 기준을 충족하고 있으

Table 1. Changes of physicochemical and bacterial properties by addition of natural food additives in shucked and packed Pacific oyster *Crassostrea gigas*

A) Packing water

Storage periods (day)	pH				Viable cell counts (log CFU/mL)				Coliforms (MPN/100 mL)				Fecal Coliform (MPN/100 mL)			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
0	6.32±0.3	6.40±0.6	6.38±0.3	6.55±0.6	2.5±0.4	2.6±0.2	1.6±0.2	1.3±0.3	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8
1	6.16±0.3	6.23±0.6	6.19±0.3	6.28±0.6	2.5±0.4	2.3±0.2	2.1±0.2	2.4±0.3	2.0	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8
2	6.12±0.3	6.05±0.6	6.06±0.3	6.24±0.6	2.3±0.4	2.5±0.2	2.3±0.2	2.5±0.3	7.8	4.0	4.0	2.0	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8
3	5.84±0.3	5.9±0.6	5.86±0.3	5.92±0.6	2.3±0.4	2.1±0.2	2.3±0.2	2.3±0.3	9.1	6.8	4.5	4.5	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8
4	5.54±0.3	5.61±0.6	5.55±0.3	5.56±0.6	3.1±0.4	3.1±0.2	4.5±0.2	2.3±0.3	13	8.2	6.8	7.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8
5	5.33±0.3	5.32±0.6	5.32±0.3	5.39±0.6	3.5±0.4	3.2±0.2	4.3±0.2	2.2±0.3	18	18	18	11	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8

B) Oysters

Storage periods (day)	pH				Viable cell counts (log CFU/g)				Coliforms (MPN/100 g)				Fecal Coliform (MPN/100 g)			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
0	6.32±0.3	6.31±0.7	6.32±0.2	6.35±0.2	3.0±0.4	2.4±0.2	2.5±0.2	2.4±0.2	<18	<18	<18	<18	<18	<18	<18	<18
1	6.18±0.3	6.16±0.7	6.15±0.2	6.22±0.2	3.1±0.4	2.8±0.2	3.1±0.2	2.9±0.2	20	<18	20	18	<18	<18	<18	<18
2	6.10±0.3	6.17±0.7	6.06±0.2	6.18±0.2	3.0±0.4	3.1±0.2	3.0±0.2	2.6±0.2	20	20	<18	<18	<18	<18	<18	<18
3	5.92±0.3	6.03±0.7	5.96±0.2	6.05±0.2	3.0±0.4	3.1±0.2	3.1±0.2	2.5±0.2	<18	40	<18	<18	<18	<18	<18	<18
4	5.56±0.3	5.57±0.7	5.81±0.2	5.96±0.2	3.2±0.4	3.5±0.2	3.5±0.2	2.3±0.2	61	45	40	18	<18	<18	<18	<18
5	5.42±0.3	5.47±0.7	5.75±0.2	5.83±0.2	5.2±0.4	4.3±0.2	4.8±0.2	2.4±0.2	220	120	190	61	<18	<18	<18	<18

A, Blank; B, 1% ignited oyster shell powder (IOS); C, 0.5% lactic acid bacteria fermented powder (LBF); D, 0.1% IOS and 0.5% LBF.

나 저장기간이 연장됨에 따라 pH는 점진적으로 감소하는 경향을 나타내었다(Table 1). 이는 저장기간 중 총진수와 생굴의 pH가 점진적으로 감소한다는 Son et al. (2014b)의 연구 결과와도 일치한다. 굴에 대한 여러 연구에 의하면 생굴의 글리코겐이 해당과정을 통해 젖산이 되기 때문에 글리코겐 함량의 감소와 pH의 감소는 밀접한 관계가 있어 결론적으로 pH는 생굴의 품질지표로서 적합하다고 판단하고 있다(Son et al., 2014b; Pottinger, 1948; Hunter and Linden, 1923). 이들 보고에서는 굴의 pH 6.3 이상은 “Very good”, 6.2-5.9는 “good”, pH 5.8은 “off”, pH 5.7-5.5는 “musty”, 5.2이하는 “sour” 또는 “putrid”로 판정한다. 이러한 결과를 본 연구 결과에 적용해 보면 대조군에서는 저장 3일 이후 pH가 5.8 이하로 급격한 품질 저하가 나타나지만, 0.1% 굴 폐각 분말과 0.5% 유산균 발효 분말을 첨가한 실험군의 경우 5일까지도 pH 5.8 이상을 유지하고 있다(Table 1, B). 이상의 결과를 종합해 보면 0.1% 굴 폐각 분말과 0.5% 유산균 발효 분말의 첨가는 대조군과 비교하였을 때 최소 2일 이상의 저장기간 연장 효과가 있는 것으로 나타났다.

천연 첨가물의 첨가에 의한 생굴의 관능성 향상

생굴의 품질향상과 관련하여 초고압 기술(Oshima et al.,

1993), 유기산 처리(Kim, 2002), 감마선 조사(Park et al., 2008) 등과 같은 다양한 가공기술에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다. 하지만 이러한 방법은 부패에 관여하는 미생물 사멸에는 효과적이지만 굴의 조직감과 풍미를 떨어뜨리고, 특히 변색을 유발하는 단점을 가지고 있다. 또한 지금까지 생굴의 보존성을 증가 시키면서 조직감 및 풍미 등의 관능적인 식품학적 품질을 보존 또는 향상시키는 연구는 미비한 실정이다. 이에 본 연구에서는 생굴의 저장성 연장에 어느 정도 효과가 있는 것으로 나타난 굴 폐각 분말과 유산균 발효 분말의 첨가에 의한 생굴의 저장기간 중의 관능학적 식품 품질 변화에 대한 영향을 분석하였다. 분석 항목은 굴의 외관, 향, 맛, 질감, 짠맛, 비린 맛, 이취 및 종합적인 선호도를 측정하였고 관능적 특성이 높을수록 높은 점수를 주도록 하였다. 생굴 저장기간 중에 대조군과 비교하였을 때, 굴 폐각 분말과 유산균 발효분말 첨가에 따른 관능적인 변화는 큰 차이는 없는 것으로 나타났다(Table 2). 하지만 저장기간이 증가함에 따라 관능적으로 부정적인 평가가 증가하기 시작하였으며 저장 5일 이후로는 이취가 극심하여 관능평가를 진행할 수 없었다. 특히 저장 4일 이후로는 모든 시료에서 종합적인 선호도(total preference)가 5.0 이하로 부정적인 견해가 뚜렷하였다. 이상의 결과를 종합해 보면, 봉지 굴의 제조 공정에 굴 폐

Table 2. Changes of sensory properties in shucked and packed Pacific oyster *Crassostrea gigas* by addition of natural food additives

Storage periods (day)	Appearance	Flavor	Taste	Texture	Salty	Fishy	off-flavor	Total preference	
0	A	9.5±0.3	7.6±0.8	7.6±0.5	8.1±0.3	4.4±0.3	4.9±0.6	1.6±0.1	7.9±0.4
	B	9.1±0.3	7.4±0.8	7.0±0.5	8.1±0.3	3.9±0.3	4.3±0.6	1.6±0.1	7.5±0.4
	C	9.6±0.3	9.0±0.8	8.1±0.5	8.5±0.3	4.0±0.3	3.5±0.6	1.7±0.1	8.0±0.4
	D	9.8±0.3	8.9±0.8	7.9±0.5	8.6±0.3	4.5±0.3	4.3±0.6	1.6±0.1	7.1±0.4
1	A	8.1±0.4	8.0±0.3	7.4±0.4	7.6±0.1	4.6±0.3	5.0±0.4	2.7±0.2	7.0±0.6
	B	8.9±0.4	8.6±0.3	7.9±0.4	7.9±0.1	4.3±0.3	4.4±0.4	2.3±0.2	6.1±0.6
	C	8.9±0.4	8.7±0.3	8.0±0.4	7.7±0.1	5.0±0.3	4.1±0.4	2.4±0.2	7.6±0.6
	D	8.4±0.4	8.3±0.3	7.1±0.4	7.7±0.1	4.3±0.3	4.7±0.4	2.4±0.2	6.7±0.6
2	A	7.7±0.5	7.3±0.3	6.1±0.5	7.1±0.1	5.0±0.4	6.9±0.5	2.9±0.1	5.7±0.3
	B	6.7±0.5	7.4±0.3	6.3±0.5	7.0±0.1	4.4±0.4	5.9±0.5	2.9±0.1	6.3±0.3
	C	7.3±0.5	6.9±0.3	6.7±0.5	7.3±0.1	4.3±0.4	6.0±0.5	3.1±0.1	6.3±0.3
	D	6.6±0.5	6.9±0.3	5.4±0.5	7.0±0.1	4.1±0.4	6.4±0.5	2.9±0.1	6.1±0.3
3	A	6.6±0.2	6.3±0.4	5.1±0.1	5.7±0.3	4.3±0.6	4.4±0.2	2.4±0.2	5.4±0.2
	B	6.5±0.2	7.0±0.4	5.2±0.1	5.6±0.3	5.3±0.6	4.4±0.2	2.7±0.2	5.9±0.2
	C	6.7±0.2	6.0±0.4	5.0±0.1	5.3±0.3	4.1±0.6	4.2±0.2	2.7±0.2	5.7±0.2
	D	6.3±0.2	6.6±0.4	5.1±0.1	5.1±0.3	5.1±0.6	4.7±0.2	2.4±0.2	5.9±0.2
4	A	5.4±0.4	5.1±0.3	5.0±0.3	5.8±0.6	3.3±0.2	5.0±0.5	3.1±0.3	4.8±0.3
	B	5.8±0.4	5.4±0.3	5.0±0.3	6.3±0.6	3.5±0.2	4.6±0.5	2.8±0.3	5.0±0.3
	C	4.9±0.4	4.8±0.3	4.5±0.3	5.3±0.6	3.1±0.2	5.5±0.5	3.5±0.3	4.4±0.3
	D	5.4±0.4	5.0±0.3	4.5±0.3	5.0±0.6	3.3±0.2	4.5±0.5	3.0±0.3	4.4±0.3
5	A	3.7±0.3	4.0±0.2	4.1±0.3	3.9±0.4	3.9±0.4	5.3±0.3	3.7±0.4	3.9±0.3
	B	3.3±0.3	4.0±0.2	4.0±0.3	3.4±0.4	3.6±0.4	5.4±0.3	3.4±0.4	3.4±0.3
	C	3.1±0.3	3.7±0.2	4.6±0.3	4.0±0.4	3.6±0.4	5.1±0.3	3.4±0.4	3.9±0.3
	D	3.4±0.3	4.1±0.2	4.1±0.3	4.3±0.4	3.0±0.4	4.7±0.3	2.7±0.4	3.9±0.3

A, Blank; B, 1% ignited oyster shell powder (IOS); C, 0.5% lactic acid bacteria fermented powder (LBF); D, 0.1% IOS and 0.5% LBF.

각 분말과 유산균 발효분말 첨가는 생굴의 관능성에 영향을 미치지 않으면서 뛰어난 저장성 연장 효과를 기대할 수 있는 것으로 나타났다.

위에서 기술한 것과 같이 초고압, 유기산 처리 및 방사선 조사 등의 비가열 가공기술은 병원성 미생물이나 부패성 미생물을 효과적으로 제어할 수 있어 저장성 연장에는 효과적이지만 생굴의 조직감 외관 및 풍미 등의 관능적인 품질 저하를 초래하기 때문에 현장에서 적용되지 못하고 있다. 이에 본 연구에서 제시한 천연 첨가물을 이용한 생굴의 저장성 연장 및 관능학적 품질 향상에 대한 연구는 생굴과 같이 조직이 약한 수산물의 저장성 연장 및 관능성 향상에 관련된 연구에 실마리를 제공할 것으로 기대된다.

사 사

이 논문은 2015년 해양수산부 재원으로 한국해양과학기술진흥

홍원의 지원을 받아 수행된 수산실용화기술개발사업 연구임 [노로바이러스 프리(free) 고부가가치 굴 및 가공품 개발]. 또한 이 논문은 수산과학 발전에 깊은 관심을 가지고 계셨던 고 강영환님을 기리기 위해 미국 시애틀 소재 SKS Trading Co.의 지원에 의해 조성된 부경대학교 발전기금의 장학금 지원에 의해 이루어진 연구로 이에 감사드립니다.

References

American Public Health Association. 1984. Laboratory Procedures for the Examination of Sea Water and Shellfish. 5th ed. APHA, Washington DC, USA.

Hunter AC and Linden BA. 1923. An investigation of oyster spoilage. Am Food J 18, 538-540.

Kang BK, Kim K, Kim MJ, Bark SW, Pak WM, Kim BR, Ahn NK, Choi YU, Byun MY and Ahn DH. 2014. Effects of Immersion Liquids Containing *Citrus junos* and *Prunus*

- mume* Concentrate and High Hydrostatic Pressure on Shelf-life and Quality of *Scomber japonicus* during Refrigerated Storage. J Korean Soc Food Sci Nutr 43, 1555-1564. <http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2014.43.10.1555>.
- Kim J. 2013. A study on the optimum capacity and economics of Pacific Oyster farming. J Kor Reg Dev 13, 36-71.
- Kim YM. 2002. Efficacy of aqueous chlorine dioxide in controlling *Vibrio parahaemolyticus* and improving the quality of oyster. M.S. thesis, Mokpo National University, Mokpo, Korea.
- Kong CS, Ji SG, Choi JD, Kang KG, Roh TH and Oh KS. 2006. Processing an shelf-life stabilities of flavoring substances of the smoke-dried oysters. J Kor Fish Soc 39, 85-93.
- Korea Food Standards Codex. 2015. Retrieved from http://fse.foodnara.go.kr/residue/RS/jsp/menu_02_01_03.jsp?idx=106 on Jan 2015.
- Oshima T, Ushio H and Koizumi C. 1993. High pressure processing of fish and fish products. Trends Food Sci Technol 4, 370-375.
- Park BG. 2013. A study on the importance-satisfaction analysis of consignment sale factor of Fisheries Cooperatives-A case study of the Oyster Hanging Fisheries Cooperatives. M.S. Thesis, Pukyong National University, Busan, Korea.
- Park JS, Park JN, Park JK, 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.
- Pottinger SR. 1948. Some data on pH and the freshness of shucked eastern oysters Comm. Fish Rev 10, 1-3.
- Son KT, Lach T, Jung Y, Kang SK, Eom SH, Lee DS, Lee MS and Kim YM. 2014a. Food hazard analysis during dried-laver processing. Fish Aquat Sci 17, 197-201. <http://dx.doi.org/10.5657/FAS.2014.0197>.
- Son KT, Shim KB, Lim CW, Yoon NA, Seo JH, Jeong SG, Jeong WY and Cho YJ. 2014b. Relationship of pH, glycogen, soluble protein, and turbidity between freshness of raw oyster *Crassostrea gigas*. Kor J Fish Aquat Sci 47, 495-500. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2014.0495>.
- Song EJ, Kim JY, Lee SY, Kim K, Kim SJ, Yoon SY, Lee SJ, Lee CJ and Ahn DH. 2009. Effect of roasted ground coffee residue extract on shelf-life and quality of salted mackerel. J Korean Soc Food Sci Nutr 38, 780-786.
- Steel RGD and Torrie JH. 1980. Principle and procedure of statistics; a biometrical approach (2nd ed.). MacGraw-Hill Book Company, New York, U.S.A.
- Xiao G and Zhang M. 2003. Study of respiration regulation of *Pingu* mushroom and strawberry under modified atmosphere packaging. J Wuxi Univ Light Ind 4, 115-123.
- Xiao G, Zhang M, Shan L, You Y and Salokhe VM. 2011. Extension of the shelf-life of fresh oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus*) by modified atmosphere packaging with chemical treatments. Afr J Biotechnol 10, 9509-9517.