

개체동결 굴(*Crassostrea gigas*) 엑스분을 이용한 굴 풍미계 과립조미료의 제조 및 품질특성

황석민 · 조준현¹ · 김상현² · 이인석¹ · 오광수^{3*}

한국국제대학교 외식조리학과, ¹경상대학교 해양식품생명의학과, ²부산테크노파크 해양생물산업육성센터,
³경상대학교 해양식품생명의학과/농업생명과학연구원

Processings and Quality Characteristics of the Oyster *Crassostrea gigas* Granular Flavor Seasoning from IQF Oyster Extract

Seok-Min Hwang, Jun-Hyun Cho¹, Sang-Hyun Kim², In-Seok Lee¹ and Kwang-Soo Oh^{3*}

Department of Food Service and Culinary, International University of Korea, Jinju 2833, Korea

¹Department of Seafood and Aquaculture Science, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea

²Marine Life Industry Promotion Center, Busan Technopark, Busan 64048, Korea

³Department of Seafood and Aquaculture Science/Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University,
Tongyeong 53064, Korea

The pacific oyster *Crassostrea gigas* has a desirable taste and flavor that differs from those of other fish and shellfish. In order to develop a high value-added product from individually quick-frozen oyster extract (IQFOE), we prepared an oyster granular flavor seasoning (OGS) from IQFOE and characterized its qualities. The OGS was prepared by granular molding and fluidized bed drying with inosine monophosphate (IMP, 0.1%), yeast extract powder (1.4%), tangle extract powder (0.6%), monosodium glutamate (MSG, 5.0%), microcrystalline cellulose (0.6%), lactose (27.5%), salt (33.0%), spray-dried IQFOE (22.5%) as a powdered materials, and IQFOE (Brix 25°, 7.0%), soy sauce (0.4%) and water (1.7%) as a liquid materials. The moisture, crude protein, pH and salinity of the OGS were 3.4%, 12.5%, 6.50 and 32.0%, respectively. Especially, the OGS revealed very higher amino-N content (1,856.0 mg/100 g) than that (1,291.2-1,610.2 mg/100 g) of other commercial flavor seasonings. In taste-active compounds, free amino acid contents was 1,359.0 mg/100 g, and major ones were glutamic acid, taurine, hydroxyproline, glycine, lysine, phosphoserine, proline in order. And OGS showed good organoleptic qualities for taste, odor and general preference compared with commercial flavor seasonings on a local market.

Key words: IQF oyster, Complex extract, Granular flavor seasoning

서 론

굴(*Crassostrea gigas*)은 다른 어패류와는 달리 상쾌하면서 시원한 풍미를 지니고 있으며, 이로 인하여 굴과 그 가공부산물들은 오래 전부터 수산가공 및 조리분야에서 풍미계 조미소재로 주목을 받아왔다. 또한 근년 들어 글루탐산나트륨(monosodium glutamate, MSG)과 같은 생합성 발효조미료의 안전성 문제 및 미각의 다양화, 고급화에 수반하여 다양한 풍미를 지닌 천연 어패류 소스, 과립상 또는 분말 조미료 같은 풍미계 천연조

미료의 수요가 증가하는 추세에 있다. 저자 등은 상품성을 거의 상실한 장기저장 개체동결(individually quick-frozen, IQF) 굴을 이용하여 풍미계 조미료의 주소재로 활용할 수 있는 유효엑스분의 복합추출조건과 향미증진을 위한 reaction flavoring 최적화 반응조건을 구명하였고, 이를 이용한 굴소스의 개발 및 품질특성에 관하여 보고한 바 있다(Hwang et al., 2014; Hwang et al., 2015). 지금까지 굴의 식품학적 성분 특성과 이용, 그리고 굴 통조림 제조시 부산물로 얻어지는 굴 자숙액의 효율적 이용에 대하여 국내외에서 연구가 수행되어져 왔으나, 이들 연구의

<http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2016.0766>



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 49(6) 766-771, December 2016

Received 24 October 2016; Revised 4 December 2016; Accepted 5 December 2016

*Corresponding author: Tel: +82. 55. 772. 9144 Fax: +82. 55. 772. 9149

E-mail address: ohks@gnu.ac.kr

대부분은 굴의 성분특성, 굴 자숙액의 탈염, 효소 가수분해물의 추출조건 및 풍미성분에 관한 내용이 주류를 이루고 있다(Lee et al., 1990; Shiau and Chai, 1990; Oh, 1998; Park et al., 2000; Chung et al., 2006; Kang et al., 2010; Lee et al., 2012; Hwang and Oh, 2013; Hwang et al., 2014). 일부 가공품에 관한 연구도 굴 엑스분의 단순가공품인 굴소스(Hwang et al., 2015) 또는 분말조미료의 개발에 관한 것으로 상품성을 거의 상실한 IQF 굴의 유효 활용과 고부가가치를 창출할 수 있는 독자적인 가공품의 개발에 관련된 연구는 아직까지 보고된 바 없다. 따라서 본 연구에서는 상기의 IQF 굴 유래 복합엑스분을 주소재로 하여 풍미계 천연조미료로 활용할 수 있는 굴 과립조미료(oyster granular seasoning)를 제조하였고, 본 시제품의 성분조성 및 품질특성에 대하여 살펴보았다.

재료 및 방법

재료

재료로 사용한 IQF 굴(*Crassostrea gigas*)은 동결저장 기간이 18개월 이상 경과한 것으로 D사(경남 통영시)에서 구입하여 -20℃ 동결고에 저장하면서 실험에 사용하였다. IQF 굴 복합엑스분의 조제 및 풍미개선을 위한 조향(reaction flavoring)은 전보(Hwang et al., 2014)에서 구명한 최적화 조건에 준하여 실시하였다. 본 실험에 사용한 각종 재료(ingredient)는 MSC (주, 경남 양산시)와 인근 마트에서 구입하여 사용하였다. 한편, 본 굴 과립조미료의 품질 평가를 위해 2종의 유사 풍미계 조미료 시판품, 즉 바지락 과립조미료 및 홍합 분말조미료를 인근 마트에서 구입하여 실험에 사용하였다.

굴 과립조미료의 제조

굴 과립조미료의 제조공정은 Fig. 1과 같다. 먼저 Table 1과 같은 조성비로 IMP, 분말 효모추출물, 분말 다시마추출물, 글루탐산나트륨(MSG), 결정성 셀룰로오스 및 유당을 혼합한 조미베이스 분말(seasoning base powder)에 식염, IQF 굴 복합엑스분 분무건조분말 및 유당을 혼합하여 분체원료(powdered material)를 조제하였다. 여기에 IQF 굴 복합엑스분(Brix 25°), 양조간장 및 정제수 등 액상원료(liquid materials)를 첨가하여 리본믹서기(RM-100, Daelim Machine Co., Korea)로 혼합하였다. 다음 이를 압출기(KCT 40, Kumsan Precision Co., Korea)로 과립 성형·조립하고, 유동층건조기(DSM-FD200, Daesung Chemical Machinery Ind. Co., Korea)로 60-65℃에서 유동층 건조시킨 후 냉각 및 선별 과정을 거쳐서 굴 과립조미료를 제조하였다. 굴 과립조미료 부원료의 첨가량과 조성비(formula)는 시판 유사 조미료의 성분조성을 참고하였으며, 예비관능시험을 통하여 결정하였다. Fig. 1의 제조공정에 따라 제조한 굴 과립조미료 시제품은 Fig. 2와 같다.

일반성분, pH 및 염도

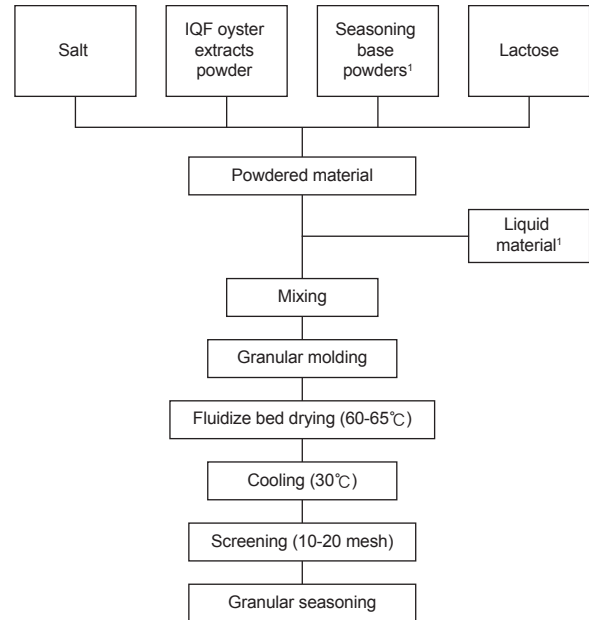


Fig. 1. Flow sheet for preparation of the IQF oyster *Crassostrea gigas* granular flavor seasoning.^{1,2}Refer to the comment in Table 1.

Table 1. Optimal formula of ingredients for the oyster *Crassostrea gigas* granular flavor seasoning

Material	Ingredient	Ratio (%)
Powdered materials	IMP	0.1
	Yeast extract powder	1.4
	Tangle extract powder	0.6
	Monosodium glutamate (MSG)	5.0
	Microcrystalline cellulose	0.6
	Lactose	13.0
Powdered materials	Salt	33.3
	Spray-dried IQF oyster complex extract	22.4
	Lactose	14.5
Liquid materials	IQF oyster complex extract (Brix 25°)	7.0
	Soy sauce	0.4
	Water	1.7
Total		100.0

일반성분의 조성은 상법(KSFSN, 2000a)에 따라 수분 함량은 상압가열건조법, 조단백질 함량은 semimicro Kjeldahl법, 조지방 함량은 Soxhlet법, 회분 함량은 건식회화법으로 측정하였다. pH는 시료에 10배량의 순수를 가하여 균질화한 다음 pH meter (Accumet Basic, Fisher Sci. Co., USA)로 측정하였고, 염도는 염도계(Salt meter ES-421, Atago Co., Japan)로 측정하였다.



Fig. 2. Oyster *Crassostrea gigas* granular flavor seasoning.

휘발성염기질소, 아미노질소 및 TBA 값

휘발성염기질소(volatile basic nitrogen, VBN)는 Conway unit를 사용하는 미량확산법(KSFSN, 2000b)으로 측정하였고, 아미노질소(NH₂-N) 함량은 Formol 적정법(Ohara, 1982)으로 측정하였다. TBA 값(thiobarbituric acid value)은 시료 5 g을 정평한 후 Tarladgis et al. (1960)의 수증기증류법으로 측정하였다.

색조

색조는 직시색차계(color meter ZE-2000, Nippon Denshoku Ltd., Japan)를 사용하여 시료의 표면 색조에 대한 L 값(명도), a 값(적색도), b 값(황색도) 및 ΔE 값(색차)을 측정하였다. 이때 표준백판(standard plate)의 L, a 및 b값은 각각 99.98, 0.01 및 0.01 이었다.

유리아미노산

시료에 3배량의 70% ethanol 용액을 가하여 균질기(Ultra Turrax T25, IKA, Janke & Kunkel GmbH & Co., Germany)로 균질화한 후 15분간 원심분리(5,000 g) 하였다. 이 상등액과 이 조작을 2회 더 반복하여 얻은 상등액을 모아 감압농축한 후 증류수로 일정량 정용하였고, 여기에 5'-sulfolalicylic acid 및 ether를 첨가하여 하룻밤 방치한 다음 여과하여 유리아미노산 분석용 시료액으로 사용하였다. 유리아미노산은 시료액을 일정량 취해 감압건고한 다음, 0.20 M lithium citrate buffer (pH 2.20)로 정용한 후 아미노산 자동분석기(Biochrom 30, Biochrom. LTD, England)로 분석하였다.

관능검사

관능검사 panel은 시판 패류 풍미계 조미료의 관능적 특성에

익숙하도록 훈련시킨 20대의 남자 5명과 여자 4명으로 구성하였다. 관능검사는 시판 바지락 과립조미료를 3점 기준(보통)으로 하여 굴 과립조미료와 시판 홍합 분말조미료의 맛, 냄새, 색조 및 종합적 기호도 등 풍미에 대한 관능적 특성을 5단계 평점법(5, 매우 좋다; 4, 좋다; 3, 보통이다; 2, 좋지 않다; 1, 매우 좋지 않다)으로 평가하였다.

통계처리

실험 결과에 대한 통계처리는 SAS program (Statistical analytical system V9.1.3)을 이용하여 One way ANOVA 법으로 분산분석을 실시하였으며, 평가 항목들 간의 유의성 검정은 Duncan의 다중검정법으로 $P < 0.05$ 수준에서 실시하였다(Kim and Goo, 2001).

결과 및 고찰

일반성분

굴 과립조미료 시제품과 시판중인 유사 풍미계 조미료 2종, 바지락 과립조미료 및 홍합 분말조미료의 일반성분을 측정한 결과는 Table 2와 같다. 굴 과립조미료 시제품의 수분은 3.4%, 조단백질 12.5%, 회분 33.6%로 수분과 단백질의 경우 시판 유사제품과 서로 비슷하였으나, 회분의 경우는 시판 유사제품들과 약간의 함량 차이를 보였다. 이는 과립 혹은 분말조미료 제조시 첨가하는 식염량의 차이에서 기인한 것으로 보인다.

pH, 염도, TBA 값, 아미노질소 및 휘발성염기질소 함량

굴 과립조미료 시제품 및 시판 유사 조미료 2종의 pH, 염도, TBA 값, 아미노질소 및 휘발성염기질소 함량을 분석, 비교한 결과는 Table 3과 같다. 본 시제품의 pH는 6.50로 시판 풍미계 조미료의 6.02에 비해 다소 높았고, 염도는 32.0%로 유사 시판품의 39.0 및 40.4%에 비해 다소 낮았다. 제품제조 중 TBA 값은 본 시제품이 0.044로 시판품의 0.163 및 0.204에 비해 매우 낮아 시제품 제조 중 지방질의 산화가 거의 일어나지 않았으며,

Table 2. Proximate composition of the oyster *Crassostrea gigas* granular flavor seasoning and commercial flavor seasonings

Product ¹	(g/100 g)			
	Moisture	Crude protein	Ash	Crude lipid
OGS	3.4±0.2 ^b	12.5±0.2 ^b	33.6±0.1 ^a	0.3±0.1 ^a
C-1	3.2±0.3 ^b	11.1±0.2 ^a	42.2±0.2 ^b	0.3±0.1 ^a
C-2	2.8±0.2 ^a	11.6±0.4 ^{ab}	44.6±0.2 ^b	1.0±0.2 ^b

¹OGS, oyster granular flavor seasoning by IQF oyster complex extract. C-1, short-neck clam granular flavor seasoning on Korean market. C-2, dried mussel flavor seasoning powder on Korean market. ^{a,b}Means within each column followed by the same letter are not statistically different ($P < 0.05$).

Table 3. Quality characteristics of the oyster *Crassostrea gigas* granular flavor seasoning and commercial flavor seasonings

Product ¹	pH	Salinity (g/100 g)	TBA value (O.D. 531 nm)	NH ₂ -N (mg/100 g)	VBN (mg/100 g)
OGS	6.50±0.01 ^b	32.0±0.2 ^a	0.044±0.010 ^c	1,856.0±17.4 ^c	12.6±0.11 ^c
C-1	6.02±0.01 ^a	39.0±0.4 ^b	0.204±0.009 ^b	1,291.2±11.2 ^a	8.1±0.14 ^b
C-2	6.02±0.01 ^a	40.4±0.1 ^b	0.163±0.012 ^a	1,610.2±43.5 ^b	6.9±0.33 ^a

¹Refer to the comment in Table 2. ^{a-c}Means within each column followed by the same letter are not statistically different (*P*<0.05).

Table 4. Color value of the oyster *Crassostrea gigas* granular flavor seasoning and commercial flavor seasonings

Product ¹	Color value			
	L	a	b	ΔE
OGS	82.2±0.3 ^b	1.8±0.0 ^b	11.5±0.2 ^a	17.5±0.6 ^a
C-1	84.5±0.2 ^b	1.0±0.1 ^a	11.8±0.1 ^a	16.6±0.5 ^a
C-2	63.9±0.4 ^a	10.3±0.2 ^c	23.9±0.2 ^b	41.6±0.5 ^b

¹Refer to the comment in Table 2. ^{a-c}Means within each column followed by the same letter are not statistically different (*P*<0.05).

이에 따른 산패취나 갈변의 발생도 극히 적었을 것으로 생각되었다. 한편, 주된 정미성분인 유리아미노산의 함량을 간접적으로 알 수 있는 아미노질소 함량은 본 시제품이 1,856.0 mg/100 g으로 시판품의 1,291.2 및 1,610.2 mg/100 g에 비해 상당한 함량 차이를 보였다. 또한, Table 5에서와 같이 시판품에 다량의 MSG(glutamic acid, 508.7 mg/100 g)가 포함되어 있음을 고려하면, 본 시제품에 함유된 아미노질소 성분의 대부분은 천연 유리아미노산으로 양질의 천연풍미계 조미료로 손색이 없었다. 선도 및 어패류 특유의 냄새 발현에 관여하는 휘발성염기질소(VBN) 함량은 시제품이 12.6 mg/100 g으로 시판품의 6.9 및 8.1 mg/100 g에 비해 다소 높았다. 이는 핵심 정미소재로서 첨가한 IQF 굴 유래 복합엑스분(Brix 25°)과 굴 복합엑스분의 영향으로 시제품의 다양한 풍미발현에 크게 기여할 것으로 생각되었다.

색조

굴 과립조미료 시제품 및 시판 유사 조미료 2종의 표면색조를 직시색차계로 측정된 결과는 Table 4와 같다. 시제품은 명도(L값) 82.2, 적색도(a값) 1.8, 황색도(b값) 11.5, ΔE값(색차)은 17.5로서 시판 바지락 과립조미료와 유사하였고, 홍합 분말조미료에 비해서는 상당히 밝은 색조를 나타내었다.

유리아미노산 함량

굴 과립조미료 시제품과 시판 바지락 과립조미료의 유리아미노산 함량을 분석 비교한 결과는 Table 5와 같다. 함질소엑스분 중 수산식품의 풍미발현에 taste-active component로 작용하는 유리아미노산의 총함량은 시제품이 1,359.0 mg/100 g으로 시판 바지락 과립조미료의 801.3 mg/100 g에 비해 월등히 많이 함유되어 있었다. 시제품의 주요 유리아미노산으로는 glutamic

Table 5. Free amino acid contents of the oyster *Crassostrea gigas* granular flavor seasoning and commercial short-neck clam granular flavor seasoning (mg/100 g)

Amino acid ¹	Product ²	
	OGS	C-1
PS	72.1 (5.3)	57.1 (7.1)
Taurine	233.4 (17.1)	30.9 (3.9)
PE	37.6 (2.8)	22.4 (2.8)
Hydroxyproline	122.2 (9.0)	67.0 (8.4)
Threonine	11.5 (0.8)	5.3 (0.7)
Serine	13.9 (1.0)	6.0 (0.7)
Glutamic acid	335.4 (24.7)	508.7 (63.5)
AAAA	12.8 (1.0)	1.3 (0.2)
Proline	55.3 (4.1)	7.5 (0.9)
Glycine	91.1 (6.7)	14.6 (1.8)
Alanine	33.2 (2.4)	13.2 (1.6)
Citruline	3.1 (0.3)	1.3 (0.2)
AABA	3.9 (0.3)	1.3 (0.2)
Valine	11.0 (0.8)	5.4 (0.7)
Cystine/2	33.8 (2.5)	12.8 (1.6)
Methionine	9.0 (0.6)	3.4 (0.4)
Isoleucine	37.4 (2.8)	5.2 (0.6)
Leucine	43.3 (3.2)	8.7 (1.1)
Tyrosine	5.2 (0.4)	1.3 (0.2)
β-Alanine	30.5 (2.2)	3.5 (0.4)
Phenylalanine	11.3 (0.8)	4.9 (0.6)
GABA	23.8 (1.8)	5.7 (0.7)
Lysine	81.1 (6.0)	3.6 (0.4)
Histidine	19.4 (1.4)	5.3 (0.7)
Arginine	27.7 (2.0)	4.9 (0.6)
Total	1,359.0 (100.0)	801.3 (100.0)

¹PS, phosphoserine; PE, phosphoethanolamine; AAAA, a-amino-adipic acid; AABA, a-aminoisobutyric acid; GABA, γ-aminobutyric acid. ²Refer to the comment in Table 2.

acid가 335.4 mg/100 g으로 가장 많았으며, 그 다음이 taurine 233.4 mg/100 g, hydroxyproline 122.2 mg/100 g, glycine 91.1 mg/100 g, lysine 81.1 mg/100 g, phosphoserine 72.1 mg/100 g 및 proline 55.3 mg/100 g 등의 순으로 정미성 아미노산들이

Table 6. Sensory scores on the sensory evaluation of the oyster *Crassostrea gigas* granular flavor seasoning and commercial flavor seasonings

Sample ¹	Item			
	Taste	Odor	Color	Over-all acceptance
OGS	4.3±0.6 ^{c2}	4.1±0.2 ^c	2.8±0.1 ^b	4.2±0.6 ^c
C-1	3.0±0.0 ^b	3.0±0.0 ^b	3.0±0.0 ^b	3.0±0.0 ^b
C-2	2.0±0.3 ^a	1.8±0.6 ^a	2.2±0.4 ^a	2.0±0.5 ^a

¹Refer to the comment in Table 2. ²5 scale score; 5, very good; 4, good; 3, acceptable; 2, poor; 1, very poor. ^{a-c}Means within each column followed by the same letter are not statistically different ($P < 0.05$).

비교적 고루 함유되어 있었다. 반면, 시판 바지락 과립조미료의 경우는 glutamic acid가 508.7 mg/100 g으로 전체의 60% 이상을 차지하고 있었는데, 이는 정미보강을 위하여 다량의 MSG를 첨가하였기 때문으로 추정되었다. 그외 hydroxyproline, phosphoserine 및 taurine을 제외한 나머지 아미노산들의 함량은 미미하였다. 이러한 유리아미노산 조성의 차이는 glutamic acid에서 유래하는 감칠맛의 경우 비록 시판품이 다소 강할지는 모르나, 전체적인 풍미의 조화나 다양한 천연의 정미발현은 시제품이 훨씬 우수할 것으로 보인다. 여러 연구자들(Hayashi et al., 1978; Hayashi et al., 1981; Kim, 1985)은 자숙 계육의 정미성분 중 유리아미노산류가 무기질과 더불어 가장 중요한 정미발현 성분이었으며, 이중 특히 glutamic acid, glycine, arginine 및 alanine 등의 역할이 컸다고 보고한 바 있다.

관능검사

시판 바지락 과립조미료를 기준(관능평점 3.0)으로 하여 시제품 및 시판 혼합 분말조미료의 관능적 품질을 맛, 향기, 색깔 및 종합적 기호도 면에 대하여 평가한 결과는 Table 6과 같다. Table 6에서와 같이 시제품은 맛, 향기 및 종합평가 면에서 시판품에 비해 월등히 높은 평점을 받았으며, 5% 유의수준에서 타 시료와 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다. 이상의 결과로 미루어 IQF 굴 복합엑스분을 주소재료 제조한 굴 과립조미료는 기존의 시판 풍미계 조미료들과 비교해 보아도 식품성분과 관능적 품질 면에서 전혀 손색이 없었고, 다양한 풍미를 갖는 천연 조미료로 충분히 이용 가능하다는 결론을 얻었다.

사 사

이 논문은 2009년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(No. 0074813)의 일부로서 이에 감사드립니다.

References

- Chung IK, Kim HS, Kang KT, Choi YJ, Choi JD, Kim JS and Heu MS. 2006. Preparation and functional properties of enzymatic oyster hydrolysates. *J Kor Soc Food Sci Nutr* 35, 919-925.
- Hayashi T, Yamaguchi K and Konosu S. 1978. Studies on flavor components in boiled crabs- II. *Bull Japanese Soc Sci Fish* 44, 1357-1362.
- Hayashi T, Yamaguchi K and Konosu S. 1981. Sensory analysis of taste-active components in the extract of boiled snow crab meat. *J Food Sci* 46, 479-483.
- Hwang SM and Oh KS. 2013. Food component characteristics of dendely lamellated oyster(*Ostrea denselamellosa*) in Seomjin river. *J Agric Life Sci* 47, 167-176.
- Hwang SM, Hwang YS, Nam SG, Lee JD, Ryu SG and Oh KS. 2014. Flavor improvement of a complex extract from poor-quality, individually quick-frozen oysters *Crassostrea gigas*. *Korean J Fish Aquat Sci* 47, 733-739. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2014.0733>.
- Hwang YS, Kim SH, Kim BG, Kim SG, Cho JH and Oh KS. 2015. Processings and quality characteristics of the oyster sauce from IQF oyster *Crassostrea gigas*. *Korean J Fish Aquat Sci* 48, 833-838. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2015.0833>
- Kang JY, Roh TH, Hwang SM, Kim YA, Choi JD and Oh KS. 2010. The precursors and flavor constituents of the cooked oyster flavor. *Korean J Fish Aquat Sci* 43, 606-613. <http://dx.doi.org/KFAS.2010.0606>.
- Kim WJ and Goo KH. 2001. Food Sensory Evaluation Method. Hyoil Pub Co., Seoul, Korea, 68-94.
- Kim DH. 1985. Food Chemistry. Tamgudang, Seoul, Korea, 30-32.
- KSFSN. 2000a. Handbook of Experimental in Food Science and Nutrition. Hyoil Pub Co., Seoul, Korea, 96-127.
- KSFSN. 2000b. Handbook of Experimental in Food Science and Nutrition. Hyoil Pub Co., Seoul, Korea, 625-627.
- Lee YC, Kim DS, Kim YD and Kim YM. 1990. Preparation of oyster and sea mussel hydrolysates using commercial protease. *Kor J Food Sci Technol*, 22, 234-240.
- Lee YM, Lee SJ, Kim SG, Hwang YS, Jeong BY and Oh KS. 2012. Food components characteristics of cultured and wild oysters *Crassostrea gigas*... *Korean J Fish Aquat Sci* 45, 586-593. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2012.0586>.
- Oh KS. 1998. Processings of flavoring substances from low-utilized shellfishes. *Korean J Fish Aquat Sci* 31, 791-798. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.1998.0791>.
- Ohara T. 1982. Food Analysis Handbook. Kenpakusha Pub Co., Tokyo, Japan, 51-55.
- Park PJ, Lee SH and Kim SK. 2000. Desalination of boiled oyster extract by electrodialysis. *Kor J Biotechnol Bioeng* 15, 167-173.
- Shiau CY and Chai T. 1990. Characterization of oyster shucking liquid wastes and their utilization as oyster soup. *J Food Sci*

55, 374-378.

Tarladgis ZG, Watts MW and Younathan MJ. 1960. A distillation method for quantitative determination of malonaldehyde in rancid food. *J Am Oils Chem Soc* 37, 44-48.