

반응표면분석법을 활용한 조미굴김의 개발 및 특성

강상인^{1,2} · 이정석² · 허민수^{2,3} · 김진수^{1,2*}

¹경상대학교 해양식품생명과학과/해양산업연구소, ²경상대학교 수산식품산업화 기술지원센터, ³경상대학교 식품영양학과

Development and Characterization of Seasoned Laver with Concentrated Cooking Oyster Effluent Using RSM

Sang In Kang^{1,2}, Jung Suck Lee², Min Soo Heu^{2,3} and Jin-Soo Kim^{1,2*}

¹Department of Seafood and Aquaculture Science/Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea

²Research Center for Industrial Development of Seafood, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea

³Department of Food and Nutrition, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

To develop a seasoned laver from cooking oyster effluent (C-COE), this study optimized the C-COE concentration, roasting temperature and time using response surface methodology (RSM). The optimal C-COE concentration, roasting temperature and time for producing seasoned laver from C-COE were 31.0%, 182.2°C and 21.1 sec, respectively. The proximate composition of the seasoned laver prepared with C-COE under the conditions was 5.2% moisture, 37.4% crude protein, 8.2% crude lipid, 11.1% ash, 38.1% carbohydrate. The water activity of the prototype seasoned laver was 0.038. The prototype had stronger taste and flavor intensities than a commercial product. There was no difference ($P>0.05$) in the Hunter color value between the prototype and the commercial product. The peroxide (POV) and acid values (AV) of the prototype were 6.0 meq/kg and 1.4 mg KOH/g, respectively, which are considered acceptable. The results suggest that the seasoned laver with C-COE developed can be industrialized.

Keywords: Laver, Seasoned laver, Cooking oyster, Oyster

서 론

김은 무기질이 풍부한 알칼리성 식품으로, 단백질과 필수아미노산이 풍부하고, 폐놀성분, 식이섬유 및 타우린이 풍부한 영양 및 건강 기능성 식품 중의 하나로 알려져 있다(Kang, 2016). 우리나라에서 김의 식용은 1814년에 작성된 자산어보에도 기록되어 있기 때문에 적어도 조선시대 또는 이전이라 할 수 있어, 그 역사가 아주 오래 되었다고 추정된다(Lee, 2010). 김의 식용 형태는 크게 물김, 마른김 및 조미김으로 나눌 수 있다. 이들 김의 소비 형태는 물김의 경우 산지를 제외하고는 거의 없고, 마른 김의 소재로 이용되고 있으며, 마른김의 경우 조미김이 개발되기 이전인 1980년대 이전에 소비의 대부분을 차지하였으나, 조미김이 개발된 1980년대 이후에 일부 김밥용을 제외하고는 조미김 소재로 대부분이 이용되고 있으며, 조미김은 최근 김소비의 대부분을 차지하고 있다. 국내에서 김 생산량은 2010년부터

2018년까지 235,542-567,993 M/T 범위이다(MOF, 2019). 또한, 조미김의 소비는 과거의 경우 국내 시장과 일본 의존적 수출시장이었으나, 최근의 경우 국내와 일본시장은 물론이고, 미국, 태국, 필리핀, 베트남, 중국 및 유럽 등과 같은 전 세계 시장에 진출을 하고 있다. 우리나라에서 김의 수출량은 525,526천 달러로 수산물 전체 22.1%를 차지하고 있다. 따라서, 우리나라에서 수출 수산물 중 김은 참치 다음으로 2위를 기록하고 있고, 수산가공품으로는 단연히 1위를 차지하고 있으며, 농산가공품의 대표적인 수출품목인 인삼에 비하여도 높다. 뿐만이 아니라, 현재 조미김은 수출 대상 지역 시장에서 건강기능성이 알려지면서 웰빙 음식으로 인식하게 되었고, 이로 인하여 건강식을 선호하는 여성들 위주로 healthy snack으로 인식되어 소비가 확대되고 있다(Jo et al., 2014).

한편, 국내에서 굴은 1990년부터 2018년까지 18만-35만 M/T 범위로 생산되고 있으며, 굴 총 생산량의 평균 90% 이상이 천

*Corresponding author: Tel: +82. 55. 772. 9146 Fax: +82. 55. 772. 9149

E-mail address: jinsukim@gnu.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.2020.0156>

Korean J Fish Aquat Sci 53(2), 156-164, April 2020

Received 3 January 2020; Revised 12 February 2020; Accepted 3 March 2020

저자 직위: 강상인(대학원생), 이정석(연구교수), 허민수(교수), 김진수(교수)

해양식이 차지하는 중요한 양식 자원이다(KOSIS, 2015). 굴은 칼슘, 철분 등과 같은 조혈성분이 풍부하여 어린이 발육과 허약 체질에 좋고, 저칼로리 식품으로 비만을 막아주며, 글리코겐 및 타우린이 많아 심장병, 고혈압, 변비, 당뇨병 등을 예방하는 기능이 있어 영양 및 건강 기능성이 우수한 식품 중의 하나이다(Kim et al., 1981; Sakaguchi and Murat, 1989; Linehan et al., 1999; Hosoi et al., 2003). 굴의 소비 형태는 비산란기에는 고가의 생굴로, 그리고 산란기여서 생굴로 식용이 곤란하거나 저가인 경우에는 주로 냉동품, 건제품 및 통조림 등으로 가공되어 수출되고 있다(Kim et al., 2002). 굴 가공품의 주요한 위치에 있는 굴 통조림과 건조 굴은 탈각을 위한 열처리 공정(레토르트에서 자숙처리)과 이물질 제거 공정(수세처리)을 거치게 되므로 가공 중 반드시 부산물인 스팀 자숙수와 세척수가 발생하고, 이를 방류하는 경우 환경오염을 야기하여 사회적 문제로 대두된다(Kim et al., 2002). 그러나, 굴 통조림 가공부산물인 스팀 자숙수와 세척수에는 타우린, 단백질 및 글리코겐과 같은 유용 영양성분이 다량 함유되어 있어 식품소재로 활용 가능성이 높다(Kim et al., 2001). 이로 인해 실제로 굴 통조림 가공부산물 중 세척수는 식염농도가 낮아 농축하여 조미 소스(seasoning sauce)로 일부 이용되기도 하나, 자숙수는 대량으로 양산되고 있음에도 불구하고 식염농도가 높기 때문에 이용도가 적어 대부분이 연안으로 폐기되고 있고, 실제로 이용되고 있는 경우도 저가로 유통되고 있어 이의 유효 이용이 절실한 실정이다(Jo et al., 1988).

본 연구에서는 조미김의 다양화와 굴 자숙수의 유효 이용의 일환으로서 굴농축액을 활용한 조미김의 제조법을 개발하고, 이의 주요 특성에 대하여 살펴보고자 한다.

재료 및 방법

재료

본 실험에서 시제 조미굴김의 제조를 위하여 사용한 원료 마른김은 방사무늬 돌김(*Pyropia yezoensis*)으로서, 경상남도 통영시 소재 대형 소비마트에서, 굴농축액은 굴자숙수를 농축한 것으로서, 경상남도 거제시 소재 D수산에서, 참기름은 O사에서 제조한 것을 경상남도 통영시 인근 대형 소비마트에서 구매하여 사용하였다. 이 때 시제 조미굴김의 제조를 위한 원료의 일반성분은 건조김의 경우 수분 $5.2 \pm 0.4\%$, 조단백질 $42.0 \pm 0.1\%$, 조지방 $2.0 \pm 0.0\%$, 회분 $10.9 \pm 0.2\%$, 탄수화물 39.9% 이었고, 굴농축액의 경우 수분 $63.8 \pm 0.1\%$, 조단백질 $24.8 \pm 0.0\%$, 조지방 $0.7 \pm 0.0\%$, 회분 $10.5 \pm 0.2\%$, brix 35° 이 있으며, 염도 $9.0 \pm 0.0\%$ 이었다. 한편, 시제 조미굴김의 대조구로 검토한 시판 조미김은 C사에서 제조한 것을 경상남도 통영시 인근 대형마트에서 구매하여 사용하였다.

조미굴김의 제조

조미굴김은 시판 마른김(방사무늬 돌김)을 활용하여 전기그릴에서 1차 구이($220 \pm 3^\circ\text{C}$, 20-30초)와 방냉(10초)을 실시하고, 이어서 1차 조미(참기름 6%, v/w), 2차 구이($290 \pm 3^\circ\text{C}$, 20-30초), 방냉(10초), 2차 조미(굴액기스 6.4-73.6%, v/w) 및 3차 구이($146-214^\circ\text{C}$ 에서 4.8-40.2초)를 연속적으로 실시하여 제조하였다.

반응표면분석법을 활용한 조미굴김의 제조를 위한 모델 및 최적조건 구명

조미굴김의 수분 함량, 아미노질소 함량 및 관능 점수는 조미를 위하여 사용되는 굴농축액 처리농도, 굽는 온도 및 굽는 시간에 의하여 상당히 차이가 있을 수 있다. 이러한 일면에서 조미굴김의 제조를 위한 굴농축액 처리 농도, 굽는 온도 및 시간의 최적화를 위하여 반응표면분석법에 의한 이들의 최적조건에 대하여 검토하였다.

고품질 조미굴김의 제조를 위한 독립변수의 조건은 Table 1에 나타낸 바와 같이 중심합성계획에 따라 최적 굴농축액 처리 농도의 경우 6.4-73.6%, 굽는 온도의 경우 $146-214^\circ\text{C}$ 및 굽는 시간의 경우 4.8-40.2초로 하여 17구의 시료구(Table 2)를 조제하였다. 그리고, 조미굴김의 최적화를 위한 종속 변수는 수분 함량, 아미노질소 함량 및 관능 점수(종합적 기호도)로 하여 검토하였다.

일반성분 및 수분활성

일반성분 함량은 AOAC (1995)법에 따라 수분의 경우 상압 가열건조법, 조단백질의 경우 semimicro Kjeldahl법, 회분의 경우 건식회화법으로 측정하였고, 조지방의 경우 Bligh and Dyer (1959)법으로 추출하여 중량법으로 측정하였다. 그리고, 수분활성은 분쇄 시료의 일정량을 이용하여 Thermoconstanter (ms1 Set-aw, Novasina Co., Switzerland)로 측정하였다.

Table 1. Experimental range and value of independent variables [concentrated oyster cooking effluent (C-OCE) concentration, roasting temperature and time] in the central composite design for preparation of seasoned laver with C-OCE

Independent	Symbol	Range and level				
		-1.682	-1	0	+1	+1.682
C-OCE conc. (%) ¹	X ₁	6.4	20	40	60	73.6
Roasting temp. (°C)	X ₂	146.4	160	180	200	213.6
Roasting time (sec)	X ₃	4.8	15	25	35	40.2

¹C-COE concentration (%)=(weight of COCE/weight of dried laver)×100.

염도 및 아미노질소

염도는 식품공전(MFDS, 2018)에서 언급한 회화법으로 실시하였다. 즉, 염도 측정용 검체는 식염 약 1 g을 함유하는 양을 취하고, 필요한 경우 수욕조 상에서 증발건고하여 사용하였다. 염도 측정을 위한 전처리 시료는 채취 검체를 회화시키고, 이를 일정량의 증류수에 녹인 다음 정용(500 mL) 및 여과하여 제조하였다. 염도의 측정은 전처리 시료 10 mL에 크롬산칼륨(K₂CrO₄)용액 2-3방울을 가하고 0.02 N 질산은(AgNO₃) 용액으로 적정하여, 이를 토대로 계산하였다.

$$\text{염도}(\%) = [0.02 \text{ N 질산은 용액 적정 소비량}(\text{mL}) / \text{채취량}(\text{g})] \times \text{질산은 용액 역가} \times 5.85$$

아미노질소 함량은 KFN (2000)에서 제시한 Formol법에 따라 측정하였다. 아미노질소 함량을 측정하기 위한 전처리 시료는 조미굴김에 20배량 (w/v)의 탈이온수를 가하고, 방치(10분) 및 마쇄한 다음, 이를 여과한 여액 중 25 mL를 취하여 이로 하였다. 아미노질소 함량은 전처리 시료에 중성 포르말린 용액 20 mL를 가하고, 여기에 0.1 N NaOH로 pH 8.5가 될 때까지 적정한 다음 그 소비량(mL)을 이용하여 계산하였다.

냄새강도 및 총 휘발성염기질소

냄새강도는 Sung (2015)이 언급한 방법에 따라 전자코의 튜브가 삽입될 수 있도록 구멍을 낸 15 mL conical tube에 마쇄한 조미굴김 5 g을 담아 전자코(Odor concentration meter, XP-329, New Cosmos Electric Co. Ltd., Osaka, Japan)로 측정하여 level로 나타내었다.

총 휘발성염기질소 함량은 Kapute et al. (2012)이 언급한 방법에 따라 Conway unit를 사용하는 미량화산법으로 측정하였다. 총 휘발성염기질소 함량의 측정을 위한 전처리 시료는 조미굴김 2 g에 증류수(약 16 mL)를 가하여 균질기(System Polytron PT 1200A, Kinematica AG, EU)로 1분간 균질화시킨 후 여과하여 제조하였다. 총 휘발성염기질소 함량의 측정을 위하여 Conway unit의 외실의 경우 왼쪽에 전처리 시료 용액 1 mL를, 오른쪽에 포화 K₂CO₃ 1 mL를, 내실의 경우 0.01 N H₂BO₃ 1 mL와 지시약 2-3방울을 각각 가한 다음 글리세린을 바른 뚜껑으로 밀폐하고 조심스럽게 흔들어 준 다음 37°C에서 120분간 반응시켰다. 총 휘발성염기질소 함량은 반응이 끝난 Conway unit 외실에 0.01 N H₂SO₄로 적정하여 다음의 식을 이용하여 계산하였다.

$$\text{휘발성염기질소}(\text{mg}/100 \text{ mg}) = \frac{(\text{시료 적정치} - \text{대조구 적정치}) \times 0.14 \times \text{factor} \times \text{희석비}}{\text{시료량}(\text{g})} \times 100$$

과산화물가 및 산가

과산화물가 및 산가의 분석을 위한 시료유는 chloroform-

methanol을 2:1 (v/v)로 하는 혼합 용액을 추출 용매로 사용하는 Bligh and Dyer (1959)법으로 추출하여 사용하였다.

과산화물가는 AOCS (1990)법에 따라 삼각플라스크에 시료 유 0.5-1.0 g을 취하여 acetic acid-chloroform (1:1, v/v) 혼합 용액 30 mL를 가한 후 포화 KI 용액 1 mL를 가하고, 질소 가스를 사용하여 치환한 후 잘 흔들어 1% 전분용액을 지시약으로 하여 0.01 N Na₂S₂O₃ 용액으로 적정하여 산출하였다.

산가는 식품공전(MFDS, 2018)에 따라 삼각플라스크에 시료 유 약 5 g을 취하여 ether:ethanol 혼합 용액(2:1, v/v) 40 mL를 가한 후 1% phenolphthalein 지시약 2-3방울을 가하고, 시료 유가 완전히 녹을 때까지 흔들어 준 다음 0.1 N-KOH-ethanol 용액으로 적정하면서 미홍색이 30초간 지속될 때를 종말점으로 하였다. 이 때 산가는 0.1 N-KOH 1 mL에 해당하는 KOH의 mg 수로 나타내었다.

관능검사 및 통계처리

조미굴김의 관능검사는 반응표면분석법의 데이터로 이용하기 위한 것과 이로부터 구명한 조건에서 제조한 것을 달리하여 적용하였다. 조미굴김의 관능평가를 위한 패널은 굴을 싫어하지 않는 20대 남녀 각각 5명으로 구성하여 실시하였다.

Table 2. Central composite design of independent variables and responses of dependent variables for preparation of seasoned laver with concentrated oyster cooking effluent (C-COE)

Run no.	Independent variable ¹			Dependent variable ²		
	X ₁	X ₂	X ₃	Y ₁	Y ₂	Y ₃
1	20	160	15	6.6	3.0	5.3
2	70	160	15	11.0	4.3	5.2
3	20	200	15	6.0	3.1	5.8
4	70	200	15	9.7	4.5	5.7
5	20	160	35	4.1	3.5	6.2
6	70	160	35	5.0	4.3	5.3
7	20	200	35	3.7	4.0	5.8
8	70	200	35	4.9	4.9	5.3
9	6.4	180	25	3.3	2.9	5.5
10	73.6	180	25	8.2	5.3	4.9
11	50	146.4	25	4.4	3.4	6.1
12	50	213.6	25	4.2	3.8	6.3
13	50	180	4.8	10.1	3.5	6.0
14	50	180	40.2	4.0	3.9	6.2
15	50	180	25	4.9	3.7	6.5
16	50	180	25	4.7	3.6	6.4
17	50	180	25	4.8	3.6	6.4

¹X₁ (C-COE concentration, %), X₂ (Roasting temp., °C), X₃ (Roasting time, sec). ²Y₁ (Moisture content, g/100 g), Y₂ (Amino-N content, g/100 g), Y₃ (Sensory evaluation, score).

반응표면분석법을 적용하기 위한 조미굴김의 관능검사는 종합적 기호도로 판정하였는데, 기준점을 5점으로 하고, 패널이 이보다 선호하는 경우 6-9점으로, 그리고, 이보다 싫어하는 경우 4-1점으로 하는 9단계 평점법으로 실시하였다.

그리고, 반응표면분석법의 최적조건을 적용하여 제조한 조미굴김의 관능검사도 냄새, 색 및 맛에 대하여 9단계 평점법으로 실시하였는데, 시판 조미 김의 이들 항목을 기준점인 5점으로 하고, 이보다 우수한 경우 6-9점으로, 이보다 열악한 경우 4-1점으로 하여 실시하였다. 이들 관능평가 데이터들은 ANOVA test를 이용하여 분산분석한 후, Duncan의 다중위검정으로 최소 유의차 검정(5% 유의 수준)을 실시하여 나타내었다.

결과 및 고찰

고품질 조미굴김의 제조를 위한 최적조건 구명

고품질 조미굴김의 제조를 위한 굴농축액의 첨가농도, 구이 온도 및 시간과 같은 독립 변수의 최적조건을 구명할 목적으로 중심합성계획에 따라 17구의 시료를 제조하여 종속변수인 수분 함량, 아미노질소 함량 및 관능 점수를 측정하고 결과는 Table 2와 같다. 이들 독립변수(굴농축액 첨가농도, 구이 온도 및 시간)와 종속변수(수분 함량, 아미노질소 함량 및 관능 점수)와의 관계를 살펴볼 목적으로 MINITAB 통계 프로그램을 이용하여 RSREG (response surface analysis by least-squares regression)를 실시한 다음 수분 함량, 아미노질소 함량 및 관능 점수와 같은 각각의 종속 변수에 대한 3종의 독립변수 상호 간의 관계를 Maple software를 사용하여 각각 3차원으로 도식화하였다. 조미굴김의 수분 함량(Y_1)은 X_1 (굴농축액 첨가농도)의 경우 -1.68로부터 -0.72로 이동할수록 서서히 감소하였으나, 이후 급격히 증가하는 경향을 나타내었고, X_2 (구이 온도)의 경우 -1.68로부터 +1.68로 이동할수록 감소하는 경향을 나타내었으며, X_3 (구이 시간)의 경우 -1.68에서 +1.04로 이동할수록 감소하는 경향을 나타낸 다음, 이후 거의 변화가 없었다(Fig. 1). 조미굴김의 아미노질소 함량(Y_2)은 X_1 의 경우 -1.68로부터 -1.42로 이동할수록 서서히 증가하였고, 이후부터 급격히 증가하는 경향을 나타내었고, X_2 의 경우 전 범위에서 거의 변화가 없었으며, X_3 의 경우 -1.68로부터 +1.68로 이동할수록 증가하는 경향을 나타내었다(Fig. 1). 조미굴김의 관능 점수(Y_3)는 X_1 의 경우 -1.68로부터 -0.48로 이동할수록, X_2 의 경우 -1.68로부터 -0.25로 이동할수록, X_3 의 경우 -1.68에서 +0.22로 이동할수록 증가한 후 감소하는 경향을 나타내었다(Fig. 1).

굴농축액 첨가농도, 구이 온도 및 시간과 같은 독립 변수에 따른 조미굴김의 수분 함량, 아미노질소 함량 및 관능 점수의 결과치(Table 2)를 이용하여 MINITAB program을 구동하였다. MINITAB program의 RSREG로 살펴본 조미굴김의 수분 함량(Y_1), 아미노질소 함량(Y_2) 및 관능점수(Y_3)에 대한 일차항(linear; X_1, X_2), 이차항(quadratic; X_1^2, X_2^2) 및 교차항(cross-

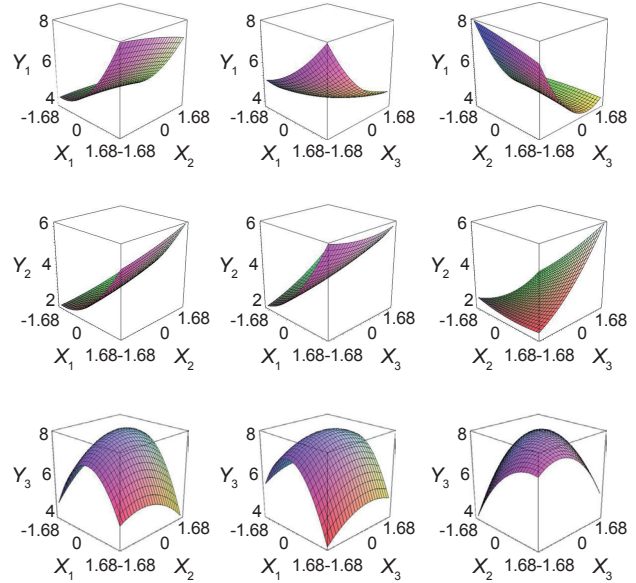


Fig. 1. Response surface plots of moisture content (Y_1 , g/100 g), amino-N content (Y_2 , g/100 g) and sensory evaluation (Y_3 , score) as a function of concentrated oyster cooking effluent (C-OCE) (X_1 , %), roasting temp. (X_2 , °C) and time (X_3 , sec).

product; X_1X_2)과 같은 여러 가지 2차 회귀방정식의 계수들과 이들의 유의성을 살펴본 결과는 Table 3과 같고, 이들 계수를 이용하여 작성한 반응모형 방정식은 다음과 같다.

Table 3. Regression analysis result of X_1 (C-OCE concentration, %), X_2 (Roasting temp., °C), X_3 (Roasting time, sec) based on the moisture content (Y_1 , g/100 g), amino-N content (Y_2 , g/100 g) and sensory evaluation (Y_3 , score) for preparation of seasoned laver with concentrated oyster cooking effluent (C-OCE)

	Y_1		Y_2		Y_3	
	Coefficient	P-value	Coefficient	P-value	Coefficient	P-value
Intercept	4.76	0.008	3.62	0.000	6.45	0.000
X_1	1.35	0.000	0.62	0.000	-0.19	0.003
X_2	-0.20	0.181	0.15	0.014	0.07	0.165
X_3	-1.89	0.000	0.18	0.006	0.07	0.165
X_1X_1	0.47	0.015	0.20	0.006	-0.49	0.000
X_2X_2	-0.04	0.800	0.02	0.717	-0.13	0.030
X_3X_3	0.93	0.000	0.05	0.320	-0.17	0.001
X_1X_2	-0.05	0.785	0.03	0.692	0.05	0.415
X_1X_3	-0.75	0.004	-0.13	0.078	-0.15	0.036
X_2X_3	0.18	0.353	0.10	0.143	-0.18	0.019

일반적으로 MINITAB program의 RSREG로 작성한 2차 회귀방정식 즉, 반응모형 방정식은 일차항, 이차항 및 교차항과 같은 다양한 항을 구성하고 있어 위와 같이 복잡하나, 그 유의성을 검토하는 경우 유의성이 인정되지 않는 다수의 항이 존재할 수 있다(Kim et al., 2010). 따라서 MINITAB program의 RSREG로 분석한 데이터를 활용하여 조미굴김의 수분 함량(Y_1), 아미노질소 함량(Y_2) 및 관능 평가(Y_3)에 대한 반응모형 방정식의 간결화를 목적으로 일차항, 이차항 및 교차항에 대한 유의성이 인정되지 않는 항, 즉 $P > 0.05$ 인 항을 모두 제외한 간편식으로 나타낸 결과는 Table 4와 같다.

고품질 조미굴김의 제조를 위한 간결 반응모형 방정식의 독립변수와 종속변수 간의 상관관계를 ANOVA 분석으로 살펴본 결과는 Table 5와 같다. 조미굴김에 대한 반응모형 방정식의 P value는 수분 함량(Y_1)의 경우 일차항이 0.000, 이차항이 0.002, 교차항이 0.020, 아미노질소 함량(Y_2)의 경우 일차항이 0.000, 이차항이 0.034, 교차항이 0.155, 관능 점수(Y_3)의 경우 일차항이 0.012, 이차항이 0.000, 교차항이 0.029로 아미노질소 함량의 교차항을 제외하고는 모두 0.05보다 작아서 유의성이 인정되었으나, 아미노질소 함량 중 교차항의 경우 0.155로 0.05보다 커서 유의성이 인정되지 않았다.

조미굴김의 수분 함량(Y_1)에 대한 반응모형 방정식 모델의 적합성 여부를 나타내는 적합 결여 검증(lack of fit test)은 P value가 0.029를 나타내어 0.05보다 낮아 설계된 모형이 완전하지 않는 것으로 나타났으나, 결정계수(R^2)가 0.957로서 1에 가까우며 model 값이 0.000으로 0.05보다 낮아 적합한 것으로 나타났다. 조미굴김의 아미노질소 함량(Y_2) 및 관능 점수(Y_3)의 적합 결여 검증은 P value가 각각 0.079 및 0.087을 나타내어 0.05보다 높아 설계된 모형이 완전한 것으로 나타났고, 결정계수(R^2)도 각각 0.931 및 0.891로서 1에 가까우며 model 값이 각각 0.000 및 0.001로 0.05보다 낮아 고품질 조미굴김의 제조를 위하여 설계된 아미노질소 함량(Y_2) 및 관능 점수(Y_3)에 대한 반응모형이 완전하면서 적합한 것으로 나타났다.

한편, 고품질 조미굴김을 제조하고자 하는 경우 제조된 조미

Table 4. Regression model with significant terms based on the dependent variables for preparation of seasoned laver with concentrated oyster cooking effluent (C-OCE)

Responses ¹	Regression model ¹	R ²	P-value
Y_1	$4.76 + 1.35X_1 - 1.89X_3 + 0.47X_1^2 + 0.93X_3^2 - 0.75X_1X_3$	0.957	0.000
Y_2	$3.62 + 0.62X_1 + 0.15X_2 + 0.18X_3 + 0.20X_1^2$	0.931	0.000
Y_3	$6.45 - 0.19X_1 - 0.49X_2^2 - 0.13X_2^2 - 0.17X_3^2 - 0.15X_1X_3 - 0.18X_2X_3$	0.891	0.001

¹ Y_1 (Moisture content, g/100 g), Y_2 (Amino-N content, g/100 g), Y_3 (Sensory evaluation, score). ² X_1 , (C-OCE concentration, %), X_2 (Roasting temp., °C), X_3 (Roasting time, sec).

굴김이 일정 범위의 수분 함량, 관능 점수, 아미노질소 함량을 유지하여야 하는데, 이러한 일면에서 조미굴김의 수분 함량, 아미노질소 함량 및 관능 점수의 각각과 이들을 동시에 만족할 수 있는 독립변수의 최적조건을 예측할 목적으로 MINITAB 통계 프로그램을 구동하였다. 고품질 조미굴김의 제조를 위한 MINITAB 통계 프로그램의 구동조건으로 적정 농도의 수분 함량 범위는 KS산업규격 범위(2.5% 이하)와 수산물품질관리원 규격 범위(7.0% 이하)인 2.5-7.0 g/100 g 범위(목표 5.0 g/100 g)로 설정하였고, 아미노질소 함량은 독립변수의 조건에서 최소 범위 및 최대 범위를 고려하여 2.78-4.92 g/100 g 범위(목표 3.10 g/100 g)로 설정하였으며, 관능 평점은 보통 이상의 평점인 5.0-9.0점 범위(목표 7.0점)로 설정하였다. Table 2의 결과치를 이용하면서 이와 같은 조건을 설정한 다음 MINITAB 통계 프로그램을 구동하였고, 이때 얻은 독립변수의 최적조건

Table 5. ANOVA analysis result based on the dependent variables for preparation of seasoned laver with concentrated oyster cooking effluent (C-OCE)

Dependent ¹	Sources	DF	SS	MS	F-value	P-value
Y_1	Model	9	91.17	10.13	40.87	0.00
	Linear	3	74.41	24.80	100.09	0.00
	Square	3	11.99	4.00	16.13	0.00
	Interaction	3	4.77	1.59	6.41	0.02
	Residual	7	1.73	0.25		
	Lack of fit	5	1.71	0.34	34.30	0.029
	Pure error	2	0.02	0.01		
	Total	16	92.90			
Y_2	Model	9	6.64	0.74	25.13	0.00
	Linear	3	5.97	1.99	67.87	0.00
	Square	3	0.45	0.15	5.14	0.03
	Interaction	3	0.21	0.07	2.39	0.15
	Residual	7	0.21	0.03		
	Lack of fit	5	0.20	0.04	11.92	0.07
	Pure error	2	0.01	0.00		
	Total	16	6.84			
Y_3	Model	9	3.74	0.41	15.56	0.00
	Linear	3	0.63	0.21	7.83	0.01
	Square	3	2.66	0.89	33.30	0.00
	Interaction	3	0.45	0.15	5.56	0.02
	Residual	7	0.19	0.03		
	Lack of fit	5	0.18	0.04	10.81	0.08
	Pure error	2	0.01	0.00		
	Total	16	3.92			

예측치를 Table 6에 나타내었다. 조미굴김의 목표 수분 함량 (5.0%)에 대한 굴농축액 첨가농도, 구이 온도 및 시간은 부호값 (coded value)의 경우 각각 0.00, 0.00 및 -0.11이었고, 이를 실제값(uncoded value)으로 환산하는 경우 각각 40.0%, 180°C 및 23.9초이었다. 이들 조건에서 제조된 조미굴김의 수분 함량은 5.0 g/100 g으로 예측되었다. 조미굴김의 목표 아미노질소 함량 (3.10 g/100 g)에 대한 굴농축액 첨가농도, 구이 온도 및 시간은 부호값의 경우 각각 -1.41, 1.68 및 -0.59이었고, 이를 실제값으로 환산하는 경우 각각 11.8%, 213.6°C 및 19.1초이었다. 이들 조건에서 제조된 조미굴김의 아미노질소 함량은 3.10 g/100 g으로 예측되었다. 조미굴김의 목표 관능 평점(7.0점)에 대한 굴농축액 첨가농도, 구이 온도 및 시간은 부호값의 경우 모두 0.00이었고, 이를 실제값으로 환산하는 경우 각각 40.0%, 180°C 및 25초이었다. 이들 조건에서 제조된 조미굴김의 관능 평점은 6.4점으로 예측되었다.

조미굴김의 수분 함량, 아미노질소 함량 및 관능 평점을 모두 충족할 수 있는 최적 굴농축액 첨가농도, 구이 온도 및 시간은 부호값의 경우 각각 -0.45, 0.11 및 -0.39이었고, 이를 실제값으로 환산하는 경우 각각 31.0%, 182.2°C, 21.1초이었다. 이들 최적 조건(굴농축액 첨가농도의 경우 31.0%, 구이 온도의 경우 182.2°C 및 시간의 경우 21.1초)에서 제조된 조미굴김의 수분

함량은 4.9 g/100 g, 아미노질소 함량은 3.32 g/100 g 및 관능 평점은 6.4점으로 예측되었다.

그리고, 이들 구명된 최적 조건을 적용하여 제조한 조미굴김의 실제값은 수분 함량이 5.2±0.5 g/100 g, 아미노질소 함량이 3.30±0.04 g/100 g, 관능 평점이 6.5±0.4점으로 나타났고, 이것들은 예측치(수분 함량 4.9 g/100 g, 아미노질소 함량 3.32 g/100 g 및 관능 평점 6.4점)에 비하여 유의적인 차이(P>0.05)가 인정되지 않았다.

이상의 결과로 미루어 보아 제시된 반응표면 모델은 조미굴김의 제조를 위한 최적 모델이라 판단되었다.

최적 조미굴김의 품질 특성

최적조건으로 제조한 조미굴김과 시판 조미김의 일반성분(수분, 조단백질, 조지방, 회분 및 탄수화물) 함량 및 수분활성을 살펴보고, 이의 결과를 시판 조미김과 비교한 결과는 Table 7과 같다. 시제 조미굴김과 시판 조미김의 일반성분 함량은 수분이 각각 5.2 g/100 g 및 1.6 g/100 g, 조단백질이 각각 37.4 g/100 g 및 17.9 g/100 g, 조지방이 각각 8.2 g/100 g 및 54.5 g/100 g, 회분이 각각 11.1 g/100 g 및 6.2 g/100 g, 탄수화물이 각각 38.1 g/100 g 및 19.8 g/100 g이었다. 따라서, 조미김의 일반성분 함량은 시제품이 시판품에 비하여 수분, 조단백질, 회분 및 탄수

Table 6. Response optimization on concentrated oyster cooking effluent (C-OCE) concentration (X_1 , %), roasting temp. (X_2 , °C) and time (X_3 , sec) for preparation of seasoned laver with C-OCE, and predicted and experimental moisture content (Y_1 , g/100 g), amino-N content (Y_2 , g/100 g) and sensory evaluation (Y_3 , score) of seasoned laver with C-OCE prepared under multiple response optimization condition

Dependent variable	Value	X_1	X_2	X_3
Y_1	Target	5.0	5.0	5.0
	Coded	0.00	0.00	-0.11
	Actual	40	180	23.9
Y_2	Target	3.1	3.1	3.1
	Coded	-1.41	1.68	-0.59
	Actual	11.8	213.6	19.1
Y_3	Target	7.0	7.0	7.0
	Coded	0.00	0.00	0.00
	Actual	40	180	25
Multiple response optimization	Coded	-0.45	0.11	-0.39
	Actual	31.0	182.2	21.1
	Predicted	$Y_1: 4.9, Y_2: 3.32, Y_3: 6.4.$		
	Experimental	$Y_1: 5.2\pm 0.5, Y_2: 3.30\pm 0.04, Y_3: 6.5\pm 0.4.$		

화물의 경우 높았고, 조지방의 경우 확연히 낮았다. 이와 같이 시판 조미김과 시제 조미굴김과 같은 2종류의 조미김 간의 일반성분 함량 차이는 시판 조미 김의 경우 양쪽을 모두 유지를 주로 하는 조미 성분을 도포한 반면, 시제 조미굴김의 경우 한쪽을 굴농축액으로 도포하였기 때문이라 판단되었다. 한편, 조미김의 수분 함량에 대한 기준 규격은 식품공전(MFDS, 2018)의 경우 제시하지 않고 있으나, KS산업규격의 경우 2.5% 이하로 제시하고 있고, 수산물품질관리원의 경우 7.0% 이하로 제시하고 있다. 따라서, 수분 함량으로 미루어 보아 조미굴김은 기준 규격 내에 있어 시판하여도 문제가 없으리라 추정되었다. 한편, Jeon et al. (2008)은 마늘을 이용하여 조미김의 산화억제를 위한 연구에서 일반 조미김의 일반성분 함량은 수분의 경우 5.1%, 단백질의 경우 11.8%, 지질의 경우 76.1%, 회분의 경우 8.4%라고 보고하여 시제 조미굴김은 물론이고, 시판 조미김과도 상당히 차이가 있었다. 이와 같이 조미김의 일반성분 함량에서 Jeon et al. (2008)의 연구 결과와 본 연구 결과와 차이가 있는 것은 원료 물김의 종류, 수확장소, 수확시기의 차이와 마른김과 조미김의 제조공법 등의 차이 때문이라 판단되었다. 한편, 조미김의 수분활성은 시제 조미굴김과 시판 조미김이 모두 0.038로 차이가 없었다. 조미김의 수분활성의 결과로 미루어 보아 시제 조미굴김과 시판 조미김 간에 바삭거림성의 차이는 없으리라 추정되었다. 이상의 시판 조미김과 시제 조미굴김 간의 일반성분 함량의 결과로 미루어 보아 시제 조미굴김은 고단백 저지방 건강 식품으로 판단되었다.

시판 조미김과 시제 조미굴의 제조를 위한 원료 김과 이를 토대로 제조한 조미굴김의 아미노질소 함량은 Fig. 2와 같다. 시판 조미김의 아미노질소 함량은 1.25 g/100 g이었다. 시제 조미굴 김 관련 제품의 아미노질소 함량은 시제 조미굴김이 3.30 g/100 g으로, 원료 김의 2.09 g/100 g은 물론이고, 시판 조미김에 비하여도 훨씬 높았는데, 이는 향미 강화를 위하여 사용한 굴농축액 때문이라 판단되었다. 한편 시제 조미굴김용 원료 김의 아미노질소 함량이 시판 조미김의 아미노질소 함량에 비하여 높았는데, 이는 사용한 원료 김 간에 차이 이외에도 시판 조미김의 제조 시에 아미노질소와 아무런 관련이 없는 식용유를 다량 사용

Table 7. Proximate composition and water activity of prototype and commercial product of seasoned laver

Seasoned laver	Proximate composition (g/100 g)					Water activity
	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Ash	Carbohydrate ¹	
Commercial	1.6±0.3 ^{b2}	17.9±0.1 ^b	54.5±1.1 ^a	6.2±0.6 ^b	19.8	0.038
Prototype	5.2±0.5 ^a	37.4±0.1 ^a	8.2±0.1 ^b	11.1±0.3 ^a	38.1	0.038

¹Carbohydrate=100-(Moisture+Crude protein+Crude lipid+Ash).
²Different superscript letters in the column indicate a significant difference at P<0.05.

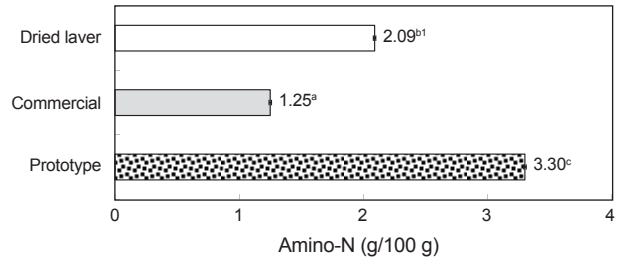


Fig. 2. Amino-N content of dried laver, prototype and commercial product of seasoned laver. ¹Different superscript letters in the column indicate a significant difference at P<0.05.

하였기 때문이라 판단되었다. 이상의 원료김과 조미김들의 아미노질소 함량에 대한 결과로 미루어 보아 시제 조미굴김의 맛은 원료 김 뿐만 아니라 시판 조미김의 그것에 비하여 맛의 강도가 훨씬 강하리라 추정되었다.

시판 조미김과 시제 조미굴김의 냄새를 총 휘발성염기질소 함량으로 살펴본 결과는 Fig. 3과 같다. 원료 김인 건조김의 냄새강도 및 총 휘발성염기질소 함량은 각각 4.0 level 및 11.1 mg/100 g이었다. 이를 소재로 하여 제조한 조미굴김의 냄새강도 및 총 휘발성염기질소 함량은 각각 8.7 level 및 18.4 mg/100 g로, 원료 건조김의 냄새강도 및 총 휘발성염기질소 함량에 비하여 모두 높았는데, 이는 시제 조미굴김의 제조 시 한쪽에 도포한 굴농축액의 영향 때문이라 판단되었다. 한편, 조미김의 냄새강도 및 총 휘발성염기질소 함량은 시제품이 시판품(각각 7.7 level 및 9.8 mg/100 g)에 비하여 냄새강도의 경우 크게 차이가 없었으나 총 휘발성염기질소 함량의 경우 높았다. 이는 조미김의 향미는 시판 조미김의 경우 참기름에 의한다고 판단되었고, 시제 조미굴김의 경우 참기름 이외에도 굴농축액에 의한 영향도 있기 때문이라 판단되었다. 이상의 조미김에 대한 냄새 강도 및 총 휘발성염기질소 함량의 결과로 미루어 보아 시판 조미김과 시제 조미굴김 간에 향미는 다소 차이가 있으리라 추정되었다.

시판 조미김과 시제 조미굴김의 유지산화 정도를 과산화물가 및 산가로 살펴본 결과는 Fig. 4와 같다. 조미김의 과산화물가 및 산가는 시제품이 각각 6.0 meq/kg 및 1.4 mg KOH/g으로 시판품의 각각 10.6 meq/kg 및 1.8 KOH/g에 비하여 약간 낮았는데

Table 8. Results on the sensory evaluation of prototype and commercial product of seasoned laver

Seasoned laver	Sensory evaluation			
	Taste	Color	Flavor	Overall acceptance
Commercial	5.0±0.0 ^{a1}	5.0±0.0 ^a	5.0±0.0 ^a	5.0±0.0 ^a
Prototype	6.7±0.8 ^b	5.3±0.5 ^a	6.2±0.6 ^b	5.8±0.4 ^b

¹Different superscript letters on the bar indicate a significant difference at P<0.05.

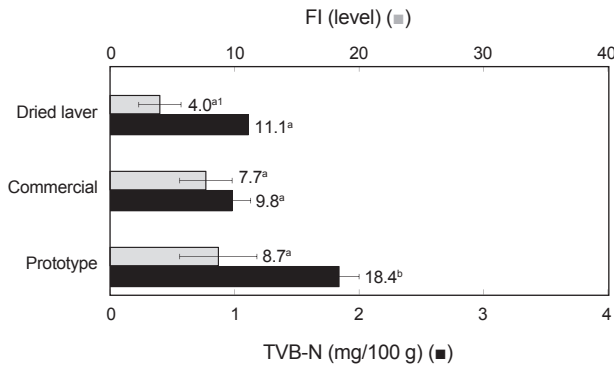


Fig. 3. Flavor intensity (FI) and total volatile basic nitrogen (TVB-N) content of dried laver, prototype and commercial product of seasoned laver. ¹Different superscript letters on the bar indicate a significant difference at $P < 0.05$.

데, 이는 시료의 제조 후 경과 일수와 사용한 유지의 종류 등에 의한 차이 때문이라 판단되었다. 한편, 조미김의 과산화물과 및 산가에 대한 기준 규격으로는 식품공전(MFDS, 2019)의 경우 각각 60.0 meq/kg 이하 및 4.0 mg KOH/g 이하로 제시하고 있고, KS 국가표준규격(Korea Standard, 2019)의 경우 각각 40.0 meq/kg 및 3.0 mg KOH/g 이하로 제시하고 있다. 이와 같은 조미굴김의 과산화물과 및 산가는 조미김의 이들 항목에 대한 기준 규격(MFDS, 2019; Korea Standard, 2019)보다 낮아 문제가 없었으나 유통 과정 중 변화에 대한 검토는 필요하리라 판단되었다.

시판 조미김의 냄새, 맛 및 색을 기준점인 5점으로 하고, 시제 조미굴김의 이들 항목이 우수한 경우 6-9점으로, 열악한 경우 4-1점으로 하는 9단계 평점법으로 관능 평가한 결과는 Table 8 과 같다. 시제 조미굴김은 시판 조미김에 비하여 색의 경우 차이가 없었고, 냄새, 맛 및 종합기호도의 경우 우수한 것으로 나타났다. 이와 같이 시제 조미굴김이 시판 조미김에 비하여 맛과 냄새에서 우수한 것은 관능평가원을 굴을 좋아하는 사람으로 선정한 것과 굴농축액을 향미소재로 사용하였기 때문이라 판단되었다.

사 사

이 논문은 2018년 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(해역별 특성을 고려한 전통 수산가공식품 개발 및 상품화).

References

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1995. Official methods of analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, U.S.A., 69-74.

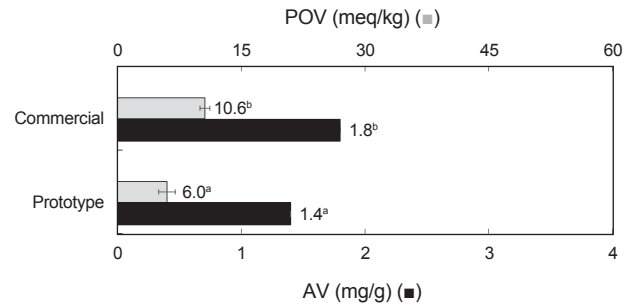


Fig. 4. Peroxide value (POV) and acid value (AV) of prototype and commercial product of seasoned laver. ¹Different superscript letters on the bar indicate a significant difference at $P < 0.05$.

AOCS (American Oil Chemists' Society). 1990. AOCS official method Ce 1b-89. In: Official methods and recommended practice of the AOCS, 4th ed. AOCS, Champaign, IL, U.S.A.

Bligh EG and Dyer WJ. 1959. A rapid method of lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol* 37, 911-917.

Hosoi M, Kubota S, Toyohara H and Hayashi I. 2003. Effect of salinity change on free amino acid content in Pacific oyster. *Fish Sci* 69, 395-400. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1444-2906.2003.00634.x>.

Jeon YS, Park SJ, Choi MK and Kang MH. 2008. Oxidation stability of lavers made with garlic-salt and their characteristics during storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37, 83-89. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2008.37.1.83>.

Jo KS, Kim HK, Kang TS and Shin DH. 1988. Preparation and keeping quality of intermediate moisture food from oyster and sea mussel. *Korean J Food Sci Technol* 20, 363-370.

Jo SM, Kim DS, Jo JH, Lee SH, No BY, Yoon MS, Yang HJ, Kim JY, Kwon HJ and Kim JH. 2014. Development of processed foods from seaweeds. Korea Food Research Institute, Wanju, Korea, 22-124.

Kapute F, Likonwe J and Kang'ombe J. 2012. Quality assessment of fresh lake Malwi tilapia (*Chambo*) collected from selected local and super markets in Malawi. *J Food Saf* 14, 113-121.

Kang SI. 2016. Risk assessment and nutritional characteristics of domestic laver (*Porphyra yezoensis*). MS Thesis. Gyeongsang National University, Tongyeong, Korea.

Kim CY, Pyeun JH and Nam JN. 1981. Decomposition of glycogen and protein in pickled oyster during fermentation with salt. *J Korea Fish Soc* 14, 66-71.

Kim HJ, Yoon MS, Park KH, Shin JH, Heu MS and Kim JS. 2010. Processing optimization of gelatin from rockfish skin based on yield. *Korean J Fish Aquat Sci* 13, 1-11. <https://doi.org/10.5657/fas.2010.13.1.001>.

Kim JS, Heu MS and Yeum DM. 2001. Component characteristics of canned oyster processing waste water as a food re-

- source. J Korean Soc Food Sci Nutr 30, 299-306.
- Kim JS, Yeum DM, Kang HG, Kim IS, Kong CS, Lee TG and Heu MS. 2002. Fundamentals and application for canned foods. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea, 58-328.
- KFN (The Korean Society of Food Science and Nutrition). 2000. Handbook of experiments in food science and nutrition: Food. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea, 194-200.
- KOSIS (Korean Statistical Information Service). 2015. Statistics of varieties fishing. Retrieved from http://kosis.kr/statisticsList/statisticsList_01List.jsp?vwcd=MT_ZTITLE&parentId=F#SubCont on Dec 18, 2019.
- Korean Standards. 2019. Korean standards and certification. Retrieved from <https://standard.go.kr/KSCI/standardIntro/getStandardSearchView.do?menuId=919&topMenuId=502&upperMenuId=503&ksNo=KSH6019&tmprKsNo=KSH6019&reformNo=06> on Dec 18, 2019.
- Lee NS. 2010. A study on the consumption pattern of laver. Korean J Food Marketing Economics 27, 1-23.
- Linehan LG, O'Connor TP and Burnell G. 1999. Seasonal variation in chemical composition and fatty acid profile of Pacific oyster (*Crassostrea gigas*). Food Chem 64, 211-214. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00144-7](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00144-7).
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2018. 7. General test method in food code. Retrieved from <http://www.foodsafetykorea.go.kr/portal/safefoodlife/food/foodRvLv/foodRvLv.do> on Mar 19, 2019.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2019. 5. Standards and specifications for each food products. Retrieved from http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_03.jsp?idx=46 on Mar 19, 2019.
- MOF (Ministry of Oceans and Fisheries). 2020. Fisheries statistics. Retrieved from <https://www.fips.go.kr/p/S020304/#> on Apr 22, 2020.
- Sakaguchi M and Murat M. 1989. Seasonal variations of free amino acids on oyster whole body and adductor muscle. Nippon Suisan Gakkaishi 55, 2037-2041.
- Sung SW. 2015. Development and characterization of flavor-enriching concentrates using fish frame. MS Thesis, Gyeongsang National University, Tongyeong, Korea, 14-17.