

오리엔탈소스 훈제굴(*Crassostrea gigas*) 통조림의 제조공정 최적화 및 관능특성

이지운¹ · 윤인성¹ · 권인상² · 김진수^{1,3} · 이정석^{1,3*} · 허민수^{2,3*}

¹경상국립대학교 해양식품공학과/해양산업연구소, ²경상국립대학교 식품영양학과/해양산업연구소, ³경상국립대학교 수산식품산업화 기술지원센터

Processing Optimization and Sensory Characteristics of Canned Smoked Oysters *Crassostrea gigas* in Oriental Sauce

Ji Un Lee¹, In Seong Yoon¹, In Sang Kwon², Jin-Soo Kim^{1,3}, Jung-Suck Lee^{1,3*} and Min Soo Heu^{2,3*}

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

²Department of Food and Nutrition/Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Republic of Korea

³Research Center for Industrial Development of Seafood, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Republic of Korea

In this study, we aimed to optimize the blending conditions of sunflower oil (A), water (B), and oriental sauce (C) for canned smoked oysters *Crassostrea gigas* in oriental sauce (SOO). Using response surface methodology (RSM), we found that the optimal independent variables [X_1 , A/(B+C); X_2 , B/C] based on the salinity (Y_1) amino acid nitrogen content (Y_2), and overall acceptance (Y_3) of high-quality SOO were 48.7% (w/w) for sunflower oil, 25.5% (w/w) for water, and 25.8% (w/w) for oriental sauce. Under optimal conditions, the experimental values of Y_1 , Y_2 , and Y_3 were 1.68 ± 0.4 g/100 g, 155.4 ± 2.4 mg/100 g, 6.2 ± 0.23 score, respectively, which were not significantly different from the predicted values ($P < 0.05$). The SOO prepared under optimal conditions had a higher overall acceptance than commercial canned smoked oysters. These results suggest that developing canned smoked oysters in oriental sauce can be industrialized, and the product is predicted to be competitive in the global market.

Keywords: *Crassostrea gigas*, Oriental sauce, Oyster, RSM, Smoked oysters

서론

참굴(Pacific oyster *Crassostrea gigas*)은 연체동물문에 속하는 종이며 전 세계의 주요 패류 해산물로써(Ruesink et al., 2005) 2018년 기준으로 전 세계 양식 참굴 생산량은 643,549 M/T (FAO, 2020)에 달했다. 참굴은 글리코겐, 단백질, 다가불포화지방산 및 미네랄을 함유하고 있어 영양가가 높다(Zhu et al., 2018). 신선한 생굴은 날것으로 섭취하는 경우가 많으며, 품질이 보통인 굴은 안전 및 감각 요건을 충족시키기 위해 먹기 전에 열처리 및 살균하여 섭취되고 있다(Yin et al., 2020).

참굴은 2021년 기준 전체 국내 패류 생산량의 약 64.1%를 차지하고 있는 우리나라의 주요 수산자원으로써, 굴의 국내 생산량은 최근 5년(2017–2021년)간 329,794–329,920 M/T의

로 300,000 M/T 이상의 생산량을 유지하고 있으며 생산금액은 2021년 처음으로 3천억원을 초과하였다. 하지만, 굴 가공품의 경우 국내 생산량은 2020년 기준 9,857 M/T으로 전체 굴 생산량의 3.0%에 불과하였으며, 그 중 굴 통조림은 1,410 M/T으로 전체 굴 생산량의 0.4%에 지나지 않았다(KOSIS, 2022). 또한, 식품의약품안전처가 2021년 11월부터 2022년 2월까지 실시한 겨울철 다소비 수산물 조사 결과에서 온도가 낮은 겨울에도 생존하여 식중독을 일으킬 수 있는 대장균 및 노로바이러스가(Ueki et al., 2021) 생식용 굴 중 일부(약 3%)에서 검출되었다고 밝혀 굴 소비에 좋지 않은 영향을 끼칠 것으로 보인다(MFDS, 2022).

한편, 최근 가정간편식(home meal replacement, HMR) 시장 규모는 국내는 물론 세계적으로 꾸준히 성장하고 있다(IPET,

*Corresponding author: Tel: +82.55.772.9145/1440 Fax: +82.55.772.9149/1430

E-mail address: jungsucklee@gnu.ac.kr; minsheu@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.2022.0284>

Korean J Fish Aquat Sci 55(3), 284-293, June 2022

Received 25 May 2022; Revised 30 May 2022; Accepted 9 June 2022

저자 직위: 이지운(대학원생), 윤인성(대학원생), 권인상(대학원생), 김진수(교수), 이정석(교수), 허민수(교수)

2021). 그 중 국내 수산물 HMR 시장은 2016년과 비교하여 2021년 약 3.75배 가량 성장한 블루오션으로, 이는 코로나-19 (COVID-19) 팬데믹으로 인해 외식의 수요가 감소하였으며, 집에서 먹는 빈도가 늘어나 집밥 트렌드가 확산된 영향으로 판단된다. 이로 인하여 수산물 HMR의 수요 증가가 더욱 촉진될 전망이다. 이러한 흐름은 전세계적으로 유사하게 나타나고 있다(KMI, 2021). 참굴의 다양한 사회적 요인을 종합적으로 고려하였을 때, 최신 소비자 니즈에 부응하는 다양한 형태의 굴 가공품의 개발이 필요한 실정이다.

최근 제3세계 음식을 의미하는 에스닉 푸드(ethnic food)의 유행, 코로나-19로 인한 홈쿠킹 증가 등으로 소스류 시장이 주목받고 있다. 소스류는 동·식물성 원료에 향신료, 장류, 당류, 식염, 식초, 식용유지 등을 첨가하여 혼합·가공(발효·숙성 등)한 것으로, 식품의 조리 전·후 풍미 증진을 위해 사용하는 식품의 통칭이다(MFDS, 2021). 2021년 글로벌 소스류 시장은 약 1,372억 달러 규모로 최근 6년간('16-'21) 연평균 4.8% 증가하였으며, 한국의 경우 약 18억 달러 규모를 기록해 전 세계 소스류 시장의 1.3%를 차지하였다. 아시아에서는 과거부터 발효식품을 소비하던 식문화의 영향으로 콩 발효 장류가 많으며, 오리엔탈 소스는 그 중 하나인 간장과 다양한 식용유를 베이스로 한 대표적인 소스이다(aT, 2022).

반면, 참굴을 활용한 통조림 제품의 개발에 관한 연구는 굴 보일드통조림(Kong et al., 2014), 조미 자숙굴 및 구운굴 통조림(Park et al., 2018) 및 화이트 소스 굴 통조림(Cha et al., 2018) 등이 보고되어 있으나, 이들 통조림제품은 주 내용물인 굴을 섭취하는데 그치고 있어, 이 연구에서 개발하고자 하는 통조림 담금용 소스와 함께 섭취가 가능하도록 한 오리엔탈소스 혼제굴 통조림의 개발에 대한 연구는 보고된 바가 없다.

또한 기름담금 통조림의 경우, 내용물 위주로 섭취를 하고 있으며, 충전유는 대부분 버려지게 된다. 이러한 점에서 기호성이 높은 샐러드용 소스를 통조림에 충전함으로써 통조림의 내용물과 함께 샐러드용 드레싱으로 사용하게 된다면, 소비자의 기호도를 높일 뿐만 아니라 통조림 내용물의 완전 이용이 가능할 것으로 판단된다.

본 연구에서는 굴 가공품의 다양화를 위해 혼제굴과 간장을 베이스로 한 오일 등의 재료를 더해 기호성과 활용성이 높은 오리엔탈소스를 포함하는 혼제굴 통조림의 최적화된 제조공정을 개발하고, 이의 주요 특성에 대하여 살펴보고자 한다.

재료 및 방법

재료

오리엔탈소스 혼제굴 통조림의 주원료인 참굴(*C. gigas*)은 경상남도 거제시 연근해의 FDA 지정 청정해역에서 양식되고, 2021년 4월에 수확하여 탈각 및 자숙된 후 혼연장치에서 혼제(120±10°C, 37±2분)된 것을 경상남도 거제시 소재 D수산으로

부터 구입하여 사용하였다. 오리엔탈소스 혼제굴 통조림 제조를 위한 부원료 중 진간장(Monggo Foods Co., Ltd., Changwon, Korea), 양조식초(Ottogi Co., Ltd., Anyang, Korea), 설탕(CJ Cheiljedang Co., Ltd., Incheon, Korea), 정제소금(Hanju Co., Ltd., Ulsan, Korea)은 2021년 4-6월에 경상남도 통영시 소재 대형 마트로부터 구입하여 사용하였고, 건다시마 플레이크(Bigmama Seafood Co., Ltd., Tongyeong, Korea)는 2021년 7월에 업체에서 직접 구입하여 사용하였다.

또한, 본 연구를 통해 개발한 오리엔탈소스 혼제굴 통조림의 특성 비교를 위한 대조구로서 시판 혼제굴 통조림(F사)을 2021년 6월에 온라인에서 구입하여 사용하였다.

오리엔탈소스 혼제굴 통조림의 제조

오리엔탈소스 혼제굴 통조림의 제조를 위하여 혼제된 굴(44.0±1.0 g)과 건다시마(1.0±0.1 g)를 각관 캔(RR90)에 충전하고 1차 X-ray 이물검사를 실시하고 탈기한 뒤 해바라기씨유, 정제수 및 조미소스[간장(32.4%, w/w), 식초(32.4%, w/w), 설탕(32.4%, w/w), 정제소금(2.8%, w/w)]를 주입하였다. 곧 이어 캔을 밀봉하여 세척한 뒤 증기식 레토르트(Young Hung Chemistry Machine MFG Co., Geoje, Korea) 장치를 이용하여 멸균(114±1°C, 52±1분)하였다. 멸균이 완료된 뒤에는 냉각(40°C 이하, 17±2분)시키고 최종 X-ray 이물검사를 실시하여 제조하였다. 조미액(해바라기씨유, 정제수 및 조미소스)의 고형량은 제품의 총 고형량 무게(85.0±5.0 g)를 고려하여 44.0 g으로 정하였으며 반응표면분석법의 중심합성회전계획을 활용하여 최적 배합을 구하고자 하였다.

반응표면분석법 중심합성회전계획

오리엔탈소스 혼제굴 통조림 제조공정 최적화를 위한 중심합성회전계획의 독립변수는 조미액 원료인 해바라기씨유(A), 정제수(B) 및 조미소스(C)로 설정하고, 배합비율의 중심값(central point)을 변환식[$X_1, A/(B+C)$; $X_2, B/C$]에 의하여 암호화한 다음 중심합성회전계획(central composite rotatable design, CCRD; Cho et al., 2015)에 따라 5단계로 부호화하여 조미액 시료 11구(Table 1)를 무작위로 제조하여 실험에 사용하였다. 이때 오리엔탈소스 혼제굴 통조림의 제조를 위한 각 독립변수

Table 1. Experimental range and values of the independent variables in the central composite rotatable design for additives-mixing ratio optimization of seasoning liquid

Symbol	Range level				
	-1.414	-1	0	+1	+1.414
X_1^1	0.43	0.60	1.00	1.40	1.57
X_2	0.29	0.50	1.00	1.50	1.71

¹ $X_1, A/(B+C)$; $X_2, B/C$; A, Sunflower oil; B, Water; C, Sauce [think soy sauce (32.4%, w/w), brewed vinegar (32.4%, w/w), sugar (32.4%, w/w), refined salt (2.8%, w/w)].

의 범위와 central point value들은 굴 가공 관련 문헌들(Han et al., 1995; Kong et al., 2014; Cha et al., 2018; Feng et al., 2021) 및 예비 실험 결과 등을 참고하여 선정하였다.

회귀분석 및 최적화

오리엔탈소스 혼제굴 통조림용 조미액 제조공정의 최적화를 위한 종속변수는 첨가액의 농도에 따른 맛 성분의 변화와 관능적 평가를 확인하기 위하여 염도(Y_1), 아미노산 질소(Y_2) 및 종합적 기호도(Y_3)로 하였고, 이들의 데이터는 회귀분석을 위한 자료로 활용하였다. 조미액의 배합비에 대한 최적점의 예측 및 확인은 MINITAB 통계프로그램(MINITAB Ver. 18; MINITAB, Pennsylvania, PA, USA)을 활용하여 실시하였다. 즉, 중심합성회전계획에 따라 5단계로 부호화하여 무작위로 제조한 시료구 11개의 실험 결과를 토대로 독립변수와 종속변수 상호 간의 관계에 따라 제시되는 반응표면 회귀계수 및 분산 분석 결과를 얻을 수 있었다. 이를 바탕으로 모델(model), 1차항(linear), 2차항(quadratic), 교차항(cross-product) 및 적합성 결여도(lack of fit) 각각의 유의성(P-value) 유무를 확인하였고, 이들 결과값에 대하여 최종적으로 결정계수(R^2)를 확인하여 최적 조건을 산출하였다. 또한, 이를 근거로 하여 독립변수 및 종속변수의 설계 모형의 적합성은 반응 최적화 도구를 이용하여 종속변수에 대한 각각의 목표값(target value)을 설정하여 확인하였고, 프로그램에서 산출된 부호값(coded value)을 환산하여 얻은 실제값(actual value)을 토대로 예측치와 실험치를 비교, 분석하여 제시하였다.

일반성분, pH 및 에너지

오리엔탈소스 혼제굴 통조림의 일반성분은 마쇄한 시료 약 0.5 g을 취하여 식품공전(MFDS, 2020)에 따라 수분의 경우 상압 가열건조법, 조단백질의 경우 semimicro Kjeldahl법, 조지방의 경우 Soxhlet법 그리고 회분의 경우 건식회화법으로 분석하였고, 탄수화물의 경우 100-(수분 함량+조단백질 함량+조지방 함량+회분 함량)으로 산출하였다. pH는 검체를 오리엔탈소스 혼제굴 통조림의 고형물로 하였고, 식품공전(MFDS, 2020)에서 언급한 방법에 따라 처리한 후 pH meter (Orion 3-star; Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA)로 측정하였다. 에너지의 경우 일반성분 분석 자료를 토대로 하여 이들의 FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations)/WHO (World Health Organization) 에너지 환산 계수(RDA, 2016)를 적용하여 산출하였다. 이 때 탄수화물 함량은 조섬유와 당을 합한 것으로 하였다.

염도

염도는 식품공전(MFDS, 2020)의 회화법으로 측정하였다. 즉, 식염 약 1 g을 함유하는 양의 검체를 회화한 다음 이를 물에 녹이고, 물로 정용(500 mL) 및 여과한 여액 10 mL에 크롬산칼륨(K_2CrO_4) 용액 2-3방울을 가한 후 0.02 N 질산은($AgNO_3$)으

로 적정하였고, 이를 토대로 계산하였다.

$$\text{염도(\%)} = \frac{A \times F \times 5.85}{\text{검체 채취량(g)}}$$

A, 적정에 소비된 0.02 N 질산은 용액(mL)

F, 0.02 N 질산은 용액의 factor

아미노산 질소

아미노산 질소는 오리엔탈소스 혼제굴 통조림의 고형물을 검체로 하여 MFDS (2020)에서 언급한 방법에 따라 Formol법으로 측정하였다. 즉, 아미노산 질소 측정을 위해 마쇄한 시료는 검체 10 g에 증류수 90 mL를 가하여 정용하고, 교반하여 균질화시켰다. 이를 0.1 N NaOH 용액을 사용하여 pH 8.5로 조정한 다음 여기에 36% formaldehyde (v/v) 용액 20 mL를 가하여 제조하였고, 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.5가 될 때까지 적정하여 이를 바탕으로 아미노산 질소 함량을 산출하였다.

$$\text{아미노산 질소(mg/100 g)} = 2.8 \times [V_t - (V_h + V_c)] \times f$$

V_t , 제3기까지의 0.1 N NaOH 용액의 총량(mL)

V_h , 가한 0.1 N HCl 용액에 상당하는 0.1 N NaOH 용액의 양(mL)

V_c , 대조액에 가한 0.2 N NaOH 용액의 총량(mL)

f, 0.1 N NaOH 용액의 역가

맛 강도

전자혀를 이용한 맛 분석용 전처리 검체는 Jo et al. (2013)이 언급한 방법에 따라 오리엔탈소스 혼제굴 통조림의 고형물로 하여 시료 5 g에 증류수 100 mL를 가하고 마쇄한 다음, 이를 원심분리(10,035 g) 및 여과한 후 기름층을 제거하여 제조하였다. 맛 강도 분석은 Woertz et al. (2011)이 언급한 방법에 따라 electronic tongue unit (α -Astree II; Alpha M.O.S Inc., Toulouse, France)로 측정하였다. 즉, 전자혀를 이용한 맛은 전처리 시료 100 mL를 부속 용기에 채우고, 여기에 감칠맛, 짠맛, 신맛, 단맛 및 쓴맛을 감지하는 각각의 전극을 담근 다음 상온에서 정치시켜, 전극이 평형에 도달하였을 때의 값을 이들 5종의 맛에 대한 데이터로 하였다. 대조구의 경우 시판 혼제굴 통조림으로 하여 오리엔탈소스 혼제굴 통조림과의 차이를 데이터로 나타내었다.

패널(panel)에 의한 관능평가

패널에 의한 관능평가는 생명윤리 및 안전에 관한 법률(생명윤리법)에 따라 기관 생명윤리위원회(institutional review board, IRB)로부터 인간 대상 연구자를 위한 생명윤리심의의 승인(GIRB-A21-Y-0062)을 받아 진행하였다. 사전에 잘 훈련된 22인(20-30대, 남자 10인, 여자 12인)을 선발하여 panel member로 구성하여 관능평가 시료를 바탕으로 종합적 기호도

를 실시하였다. 이때 종합적 기호도 평가를 위한 평점은 시판 혼제굴 통조림의 색, 맛, 향, 조직감 및 종합적 평가를 기준점인 5점으로, 이보다 우수한 것을 6-9점으로, 이보다 못한 것을 1-4점으로 설정하여 9단계 평점법을 실시하였다.

통계처리

데이터의 표준편차 및 유의차 검정(5% 유의수준)은 SPSS 통계패키지(SPSS for window, release 18)에 의한 ANOVA test를 이용하여 분산분석한 후 Duncan의 다중검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

오리엔탈소스 혼제굴 통조림 제조를 위한 조미액의 배합 공정 최적화

제품의 품질에 중요한 재료의 배합조건 최적화를 위해서는 배합비의 변화에 따른 최적의 조건설정이 이루어져야 하기에, 가공조건(온도/시간)은 일정하게 유지한 상태에서 주요 재료의 총합 배합비(100) 내에서의 조건 설정이 요구되어 중심합성 회전계획에 따라 배합 조건을 설정하였다.

오리엔탈소스 혼제굴 통조림용 조미액의 해바라기씨유(A), 정제수(B) 및 조미소스(C)에 대한 배합비 최적화를 위하여 Table 1에서 제시한 중심합성회전계획(central composite rotatable design, CCRD)에 따라 X_1 및 X_2 를 5단계로 부호화하여 무작위적으로 제조한 11개 시료구의 종속변수[염도(Y_1), 아미노산 질소(Y_2) 및 종합적 기호도(Y_3)]를 측정된 결과는 Table 2과 같다. 위 독립변수와 종속변수의 관계를 살펴볼 목적으로 MINITAB 통계프로그램을 이용하여 response surface regression (RSREG)을 실시한 다음 종속변수에 대한 3종의 독립변

수 상호 간의 관계를 Maple software를 사용하여 각각 3차원 그래프로 나타내었다. 종속변수인 염도(Y_1)는 X_1 의 경우 code 값이 -1.41에서 -0.44로 이동할수록 미미하게 증가하는 경향이었고, X_2 의 경우 code 값이 -1.41에서 +1.414로 이동할수록 급격하게 감소하는 경향을 나타내었다. 아미노산 질소(Y_2)는 X_1 의 경우 code 값이 -1.414에서 +1.414로 이동할수록 미미하게 증가하는 경향을 보인 반면에, X_2 의 경우 code 값이 -1.414에서 +1.414까지 이동할수록 급격하게 감소하는 경향을 나타내었다. 종합적 기호도(Y_3)의 경우 X_1 및 X_2 의 code 값이 -1.414에서 각각 -0.24 및 -0.30까지 현저히 증가하여 최대치에 이르렀으며, 그 이후 두 종류의 변수 모두 감소하는 경향을 보였다 (Fig. 1).

오리엔탈소스 혼제굴 통조림용 조미액의 염도(Y_1), 아미노산 질소(Y_2) 및 종합적 기호도(Y_3)에 대한 결과치를 (Table 2) 이용하여 MINITAB program의 RSREG로 조미액의 염도(Y_1), 아미노산 질소(Y_2) 및 종합적 기호도(Y_3)에 대한 일차항(linear), 이차항(quadratic) 및 교차항(cross-product)과 같은 여러 가지 2차 회귀방정식의 계수들과 이들의 유의성을 살펴본 결과는 Table 3와 같다. MINITAB 통계 프로그램의 RSREG로 분석한 데이터를 활용하여 오리엔탈소스 혼제굴 통조림용 조미액 배합조건의 종속변수들에 대한 반응모형방정식의 일차항, 이차항 및 교차항에 대한 유의성은 염도(Y_1)의 경우 일차항인 X_1 , X_2 , 교차항인 X_1X_2 와 같은 3종의 항이, 아미노산 질소(Y_2)의 경우 일차항인 X_1 과 같은 1종의 항이, 종합적 기호도(Y_3)의 경우 일차항인 X_1 , X_2 , 이차항인 X_1^2 , X_2^2 과 같은 4종의 항만이 유의성이 인정되었고($P<0.05$), 나머지 항들은 모두 유의성이 인정되지 않았다. 한편, 반응모형방정식은 구성 항의 유의성을 고려하지 않는 경우 다양한 항을 구성하고 있어 유의성이 인정되는

Table 2. Central composite rotatable design of independent variables and response on dependent of seasoning liquid prepared under the conditions

Coefficients assessed by	Run no.	Uncoded values ¹		Blending concentration (% w/w)			Dependent variables ²		
		X_1	X_2	A	B	C	Y_1	Y_2	Y_3
Fractional factorial design (4 points)	1	0.60	0.50	37.5	20.8	41.7	2.06	158.24	6.00
	2	1.40	0.50	58.3	13.9	27.8	1.42	177.87	5.75
	3	0.60	1.50	37.5	37.5	25.0	1.26	147.74	5.67
	4	1.40	1.50	58.3	25.0	16.7	1.03	158.54	5.44
Star points (4 points)	5	0.43	1.00	30.3	34.9	34.9	1.30	141.81	6.10
	6	1.57	1.00	61.0	19.5	19.5	1.09	171.96	5.70
	7	1.00	0.29	50.0	11.3	38.7	1.78	180.15	6.10
	8	1.00	1.71	50.0	31.5	18.5	0.98	142.65	5.60
Central points (3 points)	9	1.00	1.00	50.0	25.0	25.0	1.70	154.81	6.33
	10	1.00	1.00	50.0	25.0	25.0	1.62	153.81	6.22
	11	1.00	1.00	50.0	25.0	25.0	1.72	159.24	6.44

¹ X_1 , A/(B+C); X_2 , B/C; A, Sunflower oil; B, Water; C, Sauce [think soy sauce (32.4%, w/w), brewed vinegar (32.4%, w/w), sugar (32.4%, w/w), refined salt (2.8%, w/w)]. ² Y_1 (Salinity, g/100 g), Y_2 (Amino acid nitrogen, mg/100 g), Y_3 (Overall acceptance, score).

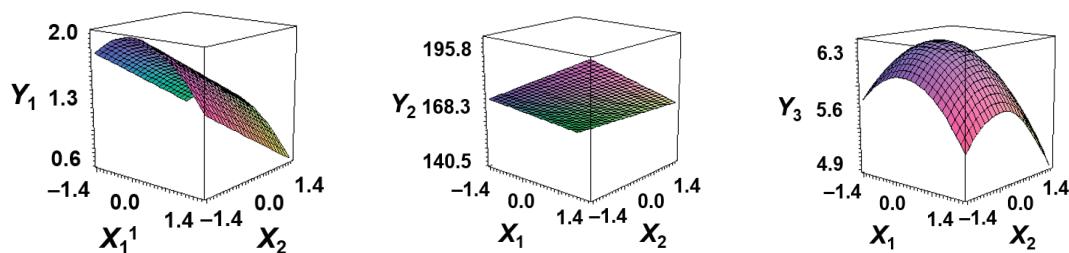


Fig. 1. Three-dimensional response surface plots for additives-mixing ratio optimization of seasoning liquid based on Y_1 (Salinity, g/100 g), Y_2 (Amino acid nitrogen, mg/100 g), and Y_3 (Overall acceptance, score). X_1 , A/(B+C); X_2 , B/C; A, Sunflower oil; B, Water; C, Sauce [think soy sauce (32.4%, w/w), brewed vinegar (32.4%, w/w), sugar (32.4%, w/w), refined salt (2.8%, w/w)].

항만을 정리를 할 필요가 있다(Bezerra et al., 2008; Kim et al., 2010). 따라서, 조미액의 염도(Y_1), 아미노산 질소(Y_2) 및 종합적 기호도(Y_3)의 반응모형방정식 중 항의 유의성($P < 0.05$)을 고려하여 나타내면 다음과 같다.

$$Y_1 = 1.6800 - 0.1459X_1 - 0.2902X_2 - 0.2038X_1^2 \quad (R^2 = 0.846, P\text{-value} = 0.008)$$

$$Y_2 = 155.93 + 9.13X_1 - 10.36X_2 \quad (R^2 = 0.875, P\text{-value} = 0.005)$$

$$Y_3 = 6.3333 - 0.1297X_1 - 0.1682X_2 - 0.2566X_1^2 - 0.2816X_2^2 \quad (R^2 = 0.856, P\text{-value} = 0.007)$$

오리엔탈소스 혼제굴 통조림용 조미액의 배합조건 최적화를 위한 간결 반응모형방정식의 독립변수와 종속변수 간의 상관관계를 ANOVA 분석으로 살펴본 결과는 Table 4와 같다. 조미액의 최적화를 위한 반응모형방정식은 염도(Y_1)의 경우 일차항 및 교차항의 유의성이 인정되었고($P < 0.05$), 아미노산 질소(Y_2)의 경우 일차항인 X_1 의 유의성이 인정되었고($P < 0.05$), 종합적기호도(Y_3)의 경우 일차항 및 이차항의 유의성이 인정되었다($P < 0.05$). 오리엔탈소스 혼제굴 통조림용 조미액의 배합조건 최적화를 위한 염도(Y_1), 아미노산 질소(Y_2) 및 종합적 기호도

(Y_3)에 대한 반응모형방정식 모델의 적합성 여부를 나타내는 적합 결여 검증(lack of fit test)은 염도, 아미노산질소 및 종합적 기호도 모두 각각 0.087, 0.226 및 0.438로 0.05보다 높아 적합하다 판단되며(Isa et al., 2011; Gao et al., 2020), 결정계수(R^2)가 각각 0.846, 0.875 및 0.856로 1에 가까우며 model 값이 각각 0.008, 0.005 및 0.007로 0.05보다 낮아 설계된 모형이 모두 적합한 것으로 나타났다(Zhou and Regenstein, 2004). 한편, 오리엔탈소스 혼제굴 통조림용 조미액의 배합조건은 과도한 해바라기씨유를 첨가할 경우 혼제굴의 풍미 저하, 과도한 기름성분 및 제조단가 상승 등이 우려되며, 과도한 정제수를 첨가할 경우 제조단가 감소의 효과가 있지만 오리엔탈소스 풍미 저하 및 영양 특성의 감소 등이 우려되며, 조미소스를 다량 첨가할 경우 너무 진한 소스강도로 인한 역효과 및 제조단가 상승 등이 우려되어 소비자가 구매를 기피할 우려가 있어 적정 첨가량을 고려한 범위가 설정되어야 한다. 위 사항들을 고려할 때 오리엔탈소스 혼제굴 통조림의 최적 배합조건을 범위로 설정하여, 소비자들이 만족할 수 있게 제조되어야 한다. 따라서, 소비자 기호도를 고려한 오리엔탈소스 혼제굴 통조림의 해바라기씨유, 정제수 및 조미소스의 종속변수[염도(Y_1), 아미노산 질소(Y_2) 및 종합적 기호도(Y_3)] 작용범위는 예비실험 결과와 시판되고 있는 자사 및 타사 혼제굴 통조림 제품을 참고하여 결정하였고, 이들의 목표값은 예비실험 결과와 기호성이 뛰어난 제품을 참고하여 염도

Table 3. Estimated coefficients of the fitted quadratic polynomial equation for different response for processing optimization of seasoning liquid based on t-statistic

	Y_1^2		Y_2		Y_3	
	Coefficient	P-value	Coefficient	P-value	Coefficient	P-value
Intercept	1.6800	0.000	155.93	0.000	6.3333	0.000
X_1^1	-0.1459	0.030	9.13	0.003	-0.1297	0.032
X_2	-0.2902	0.002	-10.36	0.001	-0.1682	0.012
X_1X_1	-0.2038	0.017	0.84	0.684	-0.2566	0.004
X_2X_2	-0.1112	0.113	3.10	0.172	-0.2816	0.003
X_1X_2	-0.1025	0.197	-2.21	0.384	-0.0069	0.915

¹ X_1 , A/(B+C); X_2 , B/C; A, Sunflower oil; B, Water; C, Sauce [think soy sauce (32.4%, w/w), brewed vinegar (32.4%, w/w), sugar (32.4%, w/w), refined salt (2.8%, w/w)]. ² Y_1 (Salinity, g/100 g), Y_2 (Amino acid nitrogen, mg/100 g), Y_3 (Overall acceptance, score).

Table 4. Analysis of variance (ANOVA) for response of dependent variables

Dependent	P-value				
	Model	Linear	Quadratic	Crossproduct	Lack of fit
Y_1^1	0.008	0.003	0.040	0.197	0.087
Y_2	0.005	0.001	0.359	0.384	0.226
Y_3	0.007	0.013	0.004	0.915	0.438

¹ Y_1 (Salinity, g/100 g), Y_2 (Amino acid nitrogen, mg/100 g), Y_3 (Overall acceptance, score).

의 경우 1.7 g/100 g로, 아미노산질소의 경우 155.0 mg/100 g로, 종합적기호도의 경우 최대값으로 설정하였다. 이러한 일면에서 오리엔탈소스 혼제굴 통조림용 조미액의 배합조건에 대한 종속변수 각각과 이들이 동시에 만족할 수 있는 독립변수의 최적조건을 예측할 목적으로 앞에서 언급한 조건을 설정한 다음 MINITAB 통계 프로그램을 구동하여 얻은 독립변수의 최적조건 예측치는 Table 5과 같다. 오리엔탈소스 혼제굴 통조림용 조미액 배합조건에 대한 독립변수(X_1 및 X_2)에 대한 목표값을 고려한 염도(Y_1) 최적값은 부호값(coded value)이 각각 -1.15 및 -0.33

이었고, 실제값(uncoded value)으로 환산하는 경우 각각 0.54 및 0.84이었으며, 암호화된 값을 첨가비율로 환산하는 경우 해바라기씨유(A), 정제수(B) 및 조미소스(C)의 실제값은 각각 35.1% (v/v), 29.6% (v/v) 및 35.3% (v/v)이었다. 조미액 배합조건에 대한 독립변수(X_1 및 X_2)에 대한 목표값을 고려한 아미노산질소(Y_2) 최적값은 부호값이 각각 1.08 및 1.41이었으며, 이를 실제값으로 환산하는 경우 각각 1.43 및 1.71이었으며, 암호화된 값을 첨가비율로 환산하는 경우 해바라기씨유(A), 정제수(B) 및 조미소스(C)의 실제값은 각각 58.8% (v/v), 26.0% (v/v) 및 15.2% (v/v)이었다. 오리엔탈소스 혼제굴 통조림의 배합조건에 대한 독립변수(X_1 및 X_2)에 대한 목표값을 고려한 종합적기호도(Y_3) 최적값은 부호값이 각각 -0.24 및 -0.30이었으며, 이를 실제값으로 환산하는 경우 각각 0.90 및 0.85이었으며, 암호화된 값을 환산하는 경우 해바라기씨유(A), 정제수(B) 및 조미소스(C)의 실제값은 각각 47.4% (v/v), 24.2% (v/v) 및 28.4% (v/v)이었다. 위에서 언급한 오리엔탈소스 혼제굴 통조림의 배합조건에 따른 독립변수를 동시에 충족하는 해바라기씨유, 정제수 및 조미소스의 암호화된 값인 X_1 및 X_2 는 각각 -0.12 및 0.01이었으며, 이를 실제값으로 환산한 값은 각각 -0.13 및 0.01이었으며, 암

Table 5. Optimal conditions predicted for preparation of seasoning liquid obtained by MINITAB program

Dependent variables	Value	X_1^1	X_2
Y_1^2	Target	1.7	1.7
	Coded	-1.15	-0.33
	Actual	0.54	0.84
Y_2	Target	155.0	155.0
	Coded	1.08	1.41
	Actual	1.43	1.71
Y_3	Target	Max	Max
	Coded	-0.24	-0.30
	Actual	0.90	0.85
Multiple response optimization	Coded	-0.13	-0.01
	Actual	0.95	0.99

¹ X_1 , A/(B+C); X_2 , B/C; A, Sunflower oil; B, Water; C, Sauce [think soy sauce (32.4%, w/w), brewed vinegar (32.4%, w/w), sugar (32.4%, w/w), refined salt (2.8%, w/w)]. ² Y_1 (Salinity, g/100 g), Y_2 (Amino acid nitrogen, mg/100 g), Y_3 (Overall acceptance, score).

Table 6. Experimental and predicted Y_1 , Y_2 , and Y_3 of oyster *Crassostrea gigas* gratin prepared with optimized conditions

Dependent variables	Value	
	Predicted	Experimental
Y_1 (Salinity, g/100 g)	1.70 ^{a1}	1.68±0.4 ^a
Y_2 (Amino-N, mg/100 g)	154.9 ^a	155.4±2.4 ^a
Y_3 (Overall acceptance, score)	6.3 ^a	6.2±0.2 ^a

¹Difference letters on the data in the row in the row indicate a significant difference at P>0.05.

호화된 값을 해바라기씨유(A), 정제수(B) 및 조미소스(C)로 다시 환산하는 경우 이들의 값은 각각 48.7% (v/v), 25.5% (v/v) 및 25.8% (v/v)이었다. 이들 조건에서 제조된 오리엔탈소스 훈제굴 통조림의 염도는 1.7 g/100 g이었고, 아미노산 질소는 154.9 mg/100 g이었으며, 종합적기호도는 6.3점으로 예측되었다. 이들 최적조건[해바라기씨유 48.7% (v/v), 정제수 25.5% (v/v) 및 조미소스 25.8% (v/v)]을 적용하여 제조한 오리엔탈소스 훈제굴 통조림의 실제 측정값은 Table 6과 같다. 염도의 경우 1.68±0.4 g/100 g, 아미노산질소의 경우 155.4±2.4 mg/100 g, 종합적기호도의 경우 6.2±0.2점으로 예측값과 유의적인 차이가 인정되지 않아 최적의 조건이라 판단되었다(P>0.05).

이상의 결과로 미루어 보아 제시된 반응표면 모델은 오리엔탈소스 훈제굴 통조림용 조미액 배합조건(해바라기씨유, 정제수 및 조미소스)의 최적 모델이라 판단되었다.

오리엔탈소스 훈제굴 통조림의 최적 제조공정 표준화

이상에서 검토한 오리엔탈소스 훈제굴 통조림용 조미액의 제조를 위한 최적 배합 조건(해바라기씨유, 정제수 및 조미소스)에 대한 염도, 아미노산 질소 및 종합적기호도의 결과로부터 오리엔탈소스 훈제굴 통조림의 최적 가공조건을 도식화하면 Fig. 2과 같다. 오리엔탈소스 훈제굴 통조림의 제조를 위하여 훈제굴(46.4%, w/w)과 건다시마(1.2%, w/w)를 각관 캔(RR90)에 충전하고 1차 X-ray 이물검사를 실시하고 탈기한 뒤 해바라기씨유(26.2%, w/w), 정제수(13.1%, w/w) 및 조미소스[간장(4.3%, w/w), 식초(4.3%, w/w), 설탕(4.3%, w/w), 정제소금(0.3%, w/w)]을 혼합한 조미액을 주입하였다. 곧이어 캔을 밀봉하여 세척한 뒤 증기식 레토르트(Young Hung Chemistry Machine MFG Co.) 장치를 이용하여 멸균(114±1°C, 52±1분)

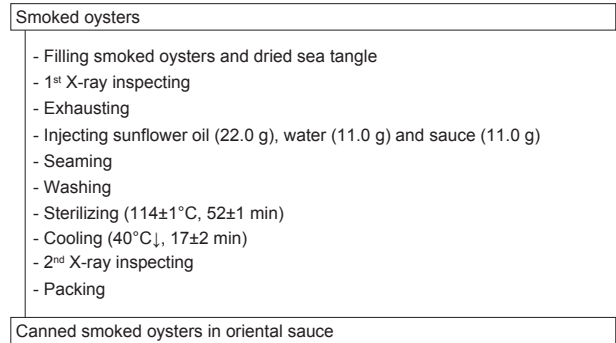


Fig. 2. Optimum processing procedure for manufacturing canned smoked oysters *Crassostrea gigas* in oriental sauce.

하였다. 멸균이 완료된 뒤에는 냉각(40°C 이하, 17±2분)시키고 최종 X-ray 이물검사를 실시하여 제조하였다.

오리엔탈소스 훈제굴 통조림의 일반 특성

위와 같이 최적 조건으로 제조된 오리엔탈소스 훈제굴 통조림(canned smoked oysters in oriental sauce, SOO)의 일반성분, pH 및 염도를 측정하고, 일반성분을 토대로 열량을 산출하였으며, 대조구로서 시판 훈제굴 통조림(commercial canned smoked oysters, FSO)와 비교하여 나타난 결과는 Table 7과 같다.

오리엔탈소스 훈제굴 통조림과 대조구의 일반성분 함량은 수분이 각각 63.6% 및 56.0%, 조단백질이 각각 13.5% 및 17.2%, 조지방이 각각 12.1% 및 11.8%, 회분이 각각 2.6% 및 1.6%로, 시제 오리엔탈소스 훈제굴 통조림이 대조구에 비하여 5% 유의 수준에서 수분, 회분의 경우 높았고, 조단백질의 경우 낮았으며 조지방의 경우 비슷한 경향을 나타내었다. 이와 같은 결과는 두 제품 모두 제조 시 해바라기씨유를 첨가하였으나, 오리엔탈소스 훈제굴 통조림의 경우 조미소스가 추가적으로 첨가되었기 때문에 이 같은 차이가 발생한 것으로 판단되었다. 굴 화이트소스 담금 통조림(Cha et al., 2018)과 비교하였을 경우(수분 76.4%, 조단백질 9.1%, 조지방 5.0%, 회분 3.0%), 수분 및 지방 함량의 차이가 가장 두드러졌으며, 이로 인해 다른 성분의 함량 차이에도 영향을 미친 것으로 판단되었다. 또한, 이러한 차이는 통조림 충전용 화이트소스에 비해 오리엔탈소스의 지방 함량이

Table 7. Proximate composition, pH and energy of canned smoked oysters *Crassostrea gigas* in oriental sauce (SOO) and commercial canned smoked oysters in sunflower oil (FSO)

Products	Proximate component (g/100 g)					pH	Salinity (g/100 g)	Energy ² (kcal/100 g)
	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Ash	Carbohydrate ¹			
SOO	63.65±0.2 ^{a3}	13.52±0.1 ^b	12.06±0.2 ^a	2.64±0.2 ^a	8.13	4.8	1.70±0.1 ^a	198.0
FSO	56.00±0.2 ^b	17.18±0.2 ^a	11.82±0.1 ^a	1.62±0.1 ^b	13.37	6.2	0.15±0.2 ^b	231.8

¹Carbohydrate (%)=100-(moisture+crude protein+crude lipid+ash). ²Energy (kcal/100 g)=(protein×4.27)+(lipid×9.02)+(carbohydrate×3.87). ³Difference letters on the data in the column indicate a significant difference at P<0.05.

높은 것이 반영된 결과이었다.

오리엔탈소스 훈제굴 통조림의 pH는 4.8로, 대조구의 6.2에 비하여 낮았는데 이는 오리엔탈소스의 제조에 사용한 간장 및 식초에 의한 영향이었으며, 굴 화이트소스 담금 통조림(Cha et al., 2018)의 5.1보다도 낮게 나타났다. 염도의 경우 오리엔탈소스 훈제굴 통조림이 1.70 g/100 g으로 대조구의 0.15 g/100 g에 비하여 유의적으로 높았으며(P<0.05), 굴 화이트소스 담금 통조림(Cha et al., 2018)의 염도(1.1 g/100 g) 함량에 비교하여도 높은 수준이었다. 이는 오리엔탈소스의 간장 및 정제소금의 첨가에 영향이며, 개발 제품 통조림 자체의 염도는 높지만, 이를 야채 샐러드의 드레싱 용도로 활용한다면 전체적인 염도는 현저히 낮아질 뿐만 아니라, 통조림 내용물을 모두 소비할 수 있을 것이라 판단되었다.

일반성분 함량을 토대로 산출한 오리엔탈소스 훈제굴 통조림의 100 g 당 에너지는 198.0 kcal로, 대조구의 231.8 kcal에 비하여 낮았으며, 굴 화이트소스 담금 통조림(Cha et al., 2018)의 에너지에 비하여(112.2 kcal) 약 70% 높게 나타났다. 한편, 한국영양학회(The Korean Nutrition Society, 2016)는 급식대상 연령(9-49세)의 1일 에너지 섭취기준에 대하여 남자의 경우 2,100-2,700 kcal, 여자의 경우 1,800-2,100 kcal로 제시하고 있다. 따라서, 오리엔탈소스 훈제굴 통조림 100 g을 섭취했을 때의 에너지는 급식대상 연령(9-49세)의 1일 에너지 섭취기준에 대하여 남자의 경우 7.3-9.4%에, 여자의 경우 9.4-11.0%에 해당하였다.

오리엔탈소스 훈제굴 통조림의 맛 특성

오리엔탈소스 훈제굴 통조림의 감칠맛(umami), 짠맛(saltiness), 신맛(sourness), 단맛(sweetness), 쓴맛(bitterness) 등의 맛 특성을 전자혀로 검토하였고, 이를 대조구인 시판 훈제굴 통조림의 그것과 비교하여 살펴보았다(Fig. 3). 시제 오리엔탈소스 훈제굴 통조림과 대조구의 맛 강도는 감칠맛이 각각 6.4 level 및 5.5 level, 짠맛이 각각 6.5 level 및 5.2 level, 신맛이 각각 6.5 level 및 5.2 level, 단맛이 각각 6.6 level 및 5.1 level, 쓴맛이 각각 5.7 level 및 6.5 level이었다. Cha et al. (2018)의 굴 화이트소스 담금 통조림 연구와 비교하여 쓴맛(6.4 level)을 제외한 감칠맛(5.8 level), 짠맛(5.5 level), 신맛(5.3 level), 단맛(6.0 level)에서 모두 높은 경향을 나타내었다. 첨가된 소스(간장, 식초, 설탕, 소금)의 영향에 의하여 높은 것이라 추정되었다. 이상의 전자혀에 의한 결과로 미루어 보아 시제 오리엔탈소스 훈제굴 통조림이 대조구에 비하여 전체적인 맛의 강도가 강하리라 추정되었으며, 이는 소스의 영향이 크다고 판단되었다. 맛의 강한 정도가 실제로는 어떠한 영향을 미쳤는지 추후 패널에 의한 관능평가를 통해 확인하였다.

최적 공정으로 제조한 오리엔탈소스 훈제굴 통조림의 관능적 품질 특성

대조구인 시판 훈제굴 통조림(F 사)의 패널에 의한 관능적 특

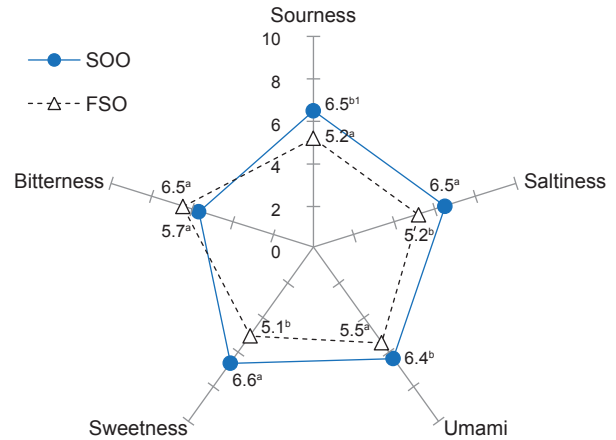


Fig. 3. Taste intensity of canned smoked oysters in oriental sauce (SOO) and commercial canned smoked oysters *Crassostrea gigas* in sunflower oil (FSO). ¹Difference letters on the data indicate a significant difference at P<0.05.

성(색, 맛, 향, 조직감 및 종합적 기호도)을 기준점(5점)으로 하고, 시제 오리엔탈소스 훈제굴 통조림의 패널에 의한 관능적 특성이 이보다 우수한 경우 6-9점으로, 이보다 열악한 경우 1-4점으로 하여 관능 평가를 실시한 결과는 Table 8과 같다. 패널에 의한 시제 오리엔탈소스 훈제굴 통조림의 관능평점은 색이 5.8 점, 맛이 7.1 점, 향이 6.3 점, 종합적 기호도가 6.3 점으로, 대조구에 비하여 유의적으로 모든 항목에서 우수하였다(P<0.05). 이상의 패널에 의한 관능검사 결과 시판 훈제굴 통조림에 비하여 오리엔탈소스 훈제굴 통조림이 맛, 종합적 기호도, 향 및 색 순으로 모두 우수하게 나타났으며, 추가적으로 색감까지 더욱 개선한다면 시장에서 충분한 경쟁력을 가질 수 있을 것으로 판단되었다.

본 연구에서는 국내 대표 양식수산물로써 각광받고 있는 참굴을 활용하여 소비자의 기호도가 높은 통조림 제품을 개발하고자, 샐러드 드레싱 소스로 꾸준히 소비되고 있는 오리엔탈소스를 활용하여, 훈제굴의 풍미를 살리면서, 샐러드 드레싱으로 활용할 수 있는 통조림제품을 개발하였다(Fig. 4).

개발된 오리엔탈소스 훈제굴 통조림은 기존 시판 훈제굴 통조

Table 8. Results on the sensory evaluation of canned smoked oysters in oriental sauce (SOO) and commercial canned smoked oysters *Crassostrea gigas* in sunflower oil (FSO)

Products	Sensory evaluation (score)				
	Color	Taste	Flavor	Texture	Overall acceptance
SOO	5.8±0.5 ^{a1}	7.1±0.4 ^a	6.3±0.5 ^a	6.0±0.4 ^a	6.3±0.5 ^a
FSO	5.0±0.0 ^b	5.0±0.0 ^b	5.0±0.0 ^b	5.0±0.0 ^b	5.0±0.0 ^b

¹Difference letters on the data in the column indicate a significant difference at P<0.05.



Fig. 4. Photograph of canned smoked oysters *Crassostrea gigas* in oriental sauce prepared under optimization condition.

림에 비해 맛과 향에 있어 우수한 결과를 보였으나, 염도와 짠맛의 경우 기존제품과 비하여 다소 높아 건강을 중시하는 소비자의 기호에 맞추기 위해서는 추후 개선이 필요할 것으로 판단되었다. 최근 식품가공 측면에서 소비자의 기호성과 밀접한 소스의 활용성과 중요성이 더욱 증대되고 있어 굴 가공품에 적용할 수 있는 소스개발에 대한 연구도 계속 진행되어야 할 것이다.

사 사

이 논문은 2021년도 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(PJT201277, 대일 검사강화조치 대응 수출시장 다변화 수산식품 개발).

References

aT (Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation). 2022. A Study on the Issues in Responding to Changes in Agricultural Export Environment. Retrieved from https://www.kati.net/board/publishedMaterialsView.do?board_seq=94602&menu_dept2=48&dateSearch=all on Feb 21, 2022.

Bezerra MA, Santelli RE, Oliveira EP, Villar LS and Escalera LA. 2008. Response surface methodology (RSM) as a tool for optimization in analytical chemistry. *Talanta* 76, 965-977. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2008.05.019>.

Cha JW, Lee SG, Park SY, Kang SI, Kang YM and Kim JS. 2018. Preparation and characterization of canned oyster *Crassostrea gigas* in white sauce. *Korean J Fish Aquat Sci* 51, 491-498. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2018.0491>.

Cho SM, Kim JY, Yoon MS, Yang HJ, Um MY, Park JD, Park EJ, Yoo HI, Baek JM and Jo JH. 2015. Monitoring and optimization of the effects of the blending ratio of corn, sesame, and perilla oils on the oxidation and sensory quality of seasoned laver *Pyropia* spp. *Fish Aquat Sci* 18, 27-33. <https://doi.org/10.5657/fas.2015.0027>.

FAO (Food and Agriculture Organization). 2020. FAO Year-

Book. Fishery and Aquaculture Statistics 2018/FAO Annuaire. FAO, Rome, Italy. <https://doi.org/10.4060/cb1213t>.

Feng C, Tian L, Jiao Y, Tan Y, Liu C, Luo Y and Hong H. 2021. The effect of steam cooking on the proteolysis of pacific oyster (*Crassostrea gigas*) proteins: Digestibility, allergenicity, and bioactivity. *Food Chem* 379, 132160. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132160>.

Gao P, Xia W, Li X and Liu S. 2020. Optimization of the Maillard reaction of xylose with cysteine for modulating aroma compound formation in fermented tilapia fish head hydrolysate using response surface methodology. *Food Chem* 331, 127353. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127353>.

Han BH, Lee CK, IM CW and Yu HS. 1995. Establishment of F_0 -value criterion for canned smoked oyster in cottonseed oil. *J Korean Fish Soc* 28, 347-353.

IPET (Korea Institute of Planning and Evaluation for Technology in Food, Agriculture and Forestry). 2021. Report on Trends in Food Processing. Retrieved from <https://www.ipet.re.kr/Material/IPETDatatrendsLV.asp> on Oct 2, 2021.

Isa KM, Daud S, Hamidin N, Ismail K, Saad SA and Kasim FH. 2011. Thermogravimetric analysis and the optimisation of bio-oil yield from fixed-bed pyrolysis of rice husk using response surface methodology (RSM). *Ind Crops Prod* 33, 481-487. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.10.024>.

Jo HS, Kim KG, Kim MJ, Kim HJ, Kwon DH, Im YJ, Heu MS and Kim JS. 2013. A comparison of the taste and nutritional properties of domestic mottled skate *Beringraja pulchra* according to the area caught, sex and weight. *Korean J Fish Aquat Sci* 46, 129-138. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2013.0129>.

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

KMI (Korea Maritime Institute). 2021. KMI Infographic. Retrieved from <https://www.kmi.re.kr/web/trebook/list.do?rbsIdx=292&page=1> on Oct 11, 2021.

KOSIS (Korean Statistical Information Service). 2022. Fisheries Statistics. Retrieved from http://kosis.kr/statisticsList/statisticsListIndex.do?menuIdM_01_01&vwcd=MT_ZTI TLE&parmTabId=M_01_01#SelectStatsBoxDiv on Apr 8, 2022.

Kong CS, Je HS, Jung JH, Kwon SJ, Lee JD, Yoon MJ, Choi JD and Kim JG. 2014. Quality characteristics of canned boiled oyster and canned boiled oyster in bamboo salt in various sterilization conditions. *J Fish Mar Sci Edu* 26, 1231-1244. <https://doi.org/10.13000/JFMSE.2014.26.6.1231>

MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2020. Chapter 8. General analytical method. In: Korean Food Code. Retrieved from https://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_02.jsp?idx=263 on Jan 15, 2021.

MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2021. Chapter 5.

- Standards and specifications for each food. In: Korean Food Code. Retrieved from https://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_03.jsp?idx=33 on Jan 15, 2021.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2022. A Press Release from Safety Policy of Agricultural and Fishery Products Division. Retrieved from https://www.mfds.go.kr/brd/m_99/view.do?seq=46289 on Apr 20, 2022.
- Park JS, Park DH, Kong CS, Lee YM, Lee JD, Park JH and Kim JG. 2018. Processing and characteristics of canned seasoned boiled oyster *Crassostrea gigas* and canned seasoned roasted oyster *Crassostrea gigas*. Korean J Fish Aquat Sci 51, 469-476. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2018.0469>.
- RDA (Rural Development Administration). 2016. 9th Revision Korean Food Composition Table. Rural Development Administration, Jeonju, Korea.
- Ruesink JL, Lenihan HS, Trimble AC, Heiman KW, Micheli F, Byers JE and Kay MC. 2005. Introduction of non-native oysters: Ecosystem effects and restoration implications. Annu Rev Ecol Evol Syst 36, 643-689. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.36.102003.152638>.
- The Korean Nutrition Society. 2016. Dietary Reference Intakes for Koreans 2015. Ministry of Health Welfare, Sejong, Korea, 6-7.
- Ueki Y, Amarasiri M, Kamio S, Sakagami A, Ito H, Uprety S, Umam AN, Miura T, Nguyen TH and Sano D. 2021. Human norovirus disease burden of consuming *Crassostrea gigas* oysters: A case-study from Japan. Food Control 121, 107556. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107556>.
- Woertz K, Tissen C, Kleinebudde P and Breitzkreutz J. 2011. A comparative study on two electronic tongues for pharmaceutical formulation development. J Pharm Biomed Anal 55, 272-281. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2011.02.002>.
- Yin Y, Zhou L, Pereira J, Zhang J and Zhang W. 2020. Insights into digestibility and peptide profiling of beef muscle proteins with different cooking methods. J Agric Food Chem 68, 14243-14251. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c04054>.
- Zhou P and Regenstein JM. 2004. Optimization of extraction conditions for pollock skin gelatin. J Food Sci 69, 393-398. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.tb10704.x>.
- Zhu Y, Li Q, Yu H and Kong L. 2018. Biochemical composition and nutritional value of different shell color strains of pacific oyster *Crassostrea gigas*. J Ocean Univ China 17, 897-904. <https://doi.org/10.1007/s11802-018-3550-6>.