

## 크림 굴(*Crassostrea gigas*) 그라탕의 관능 및 영양 특성

강상인<sup>1</sup> · 이창영<sup>1</sup> · 김예울<sup>2</sup> · 박지훈<sup>3</sup> · 조혜정<sup>3</sup> · 윤인성<sup>4</sup> · 김진수<sup>1,3\*</sup>

<sup>1</sup>경상국립대학교 수산식품산업화 기술지원센터, <sup>2</sup>삼진식품(주), <sup>3</sup>경상국립대학교 해양식품공학과/해양산업연구소, <sup>4</sup>통영시청 수산과

## Sensory and Nutritional Properties of Oyster *Crassostrea gigas* Gratin with Cream Sauce

Sang In Kang<sup>1</sup>, Chang Yong Lee<sup>1</sup>, Ye Youl Kim<sup>2</sup>, Ji Hoon Park<sup>3</sup>, Hye Jeong Cho<sup>3</sup>, In Seong Yoon<sup>4</sup> and Jin-Soo Kim<sup>1,3\*</sup>

<sup>1</sup>Research Center for Industrial Development of Seafood, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Republic of Korea

<sup>2</sup>Samjin Food Co. Ltd, Busan 49277, Republic of Korea

<sup>3</sup>Department of Seafood Science and Technology/Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Republic of Korea

<sup>4</sup>Fisheries Division, Tongyeong City, Tongyeong, 53040, Republic of Korea

This study was conducted to investigate the sensory and nutritional properties of oyster *Crassostrea gigas* gratin with cream sauce (OG-CS) and to compare with commercial seafood gratin with cheese (control). The proximate composition (% w/w) of OG-CS was 61.8 of moisture, 8.5 of protein, 16.1 of lipid, 1.2 of ash, 12.4 of carbohydrate, of which the moisture was lower and protein, lipid, ash, and carbohydrate values were higher than those of the control. Based on the results of sensory evaluation by panel members, OG-CS was superior to the control for all parameters, including taste, flavor, texture, nutrition, and overall acceptance. The total amino acid content of OG-CS (7.33 g/100 g) was higher than that of the control (5.20 g/100 g). The major amino acids of OG-CS were glutamic acid (18.8%), proline (9.8%), and leucine (8.2%). The mineral levels of OG-CS were 134.5 mg/100 g for calcium, 164.9 mg/100 g for potassium, 0.8 mg/100 g for iron, and 4.5 mg/100 g for zinc, which were all higher than those of the control. The major fatty acids of OG-CS were 12:0 (28.2%), 16:0 (24.9%), and 14:0 (13.6%), which were the same as those in the control.

Keywords: Oyster, *Crassostrea gigas*, Oyster gratin, Gratin, HMR

### 서론

굴은 저장 탄수화물이면서 에너지원인 글리코젠(glycogen), 비단백 아미노산인 타우린(taurine), 성장에 관여하는 아미노산인 라이신(lysine), 철과 아연과 같은 미량 무기질 등이 풍부하고, 수용성 비타민인 비타민 C 등의 성분이 다량 함유되어 있다. 이로 인하여 굴은 예로부터 바다의 우유라 불릴 만큼 영양적으로 균형 잡힌 식품이며(Yamaura et al., 2008; Yuasa et al., 2018), 남녀노소 누구나 부담없이 섭취할 수 있는 완전식품이다. 서구의 소비자들은 식품을 날것 그대로 섭취하지 않으나, 굴은 우수한 식품 또는 식품소재로 인식하여 날 것을 그대로

소비하고 있다. 한국의 굴 생산량은 최근 5년간(2016-2020년) 282,917-357,282 M/T 범위로, FAO 통계를 기준으로 하는 경우 중국에 이어 세계 2위를 기록하고 있고(FAO, 2019), 우리나라 양식패류 총생산량의 70% 이상을 차지할 정도로 대표적인 패류 품목 중의 하나이다(MOF, 2021). 굴은 원료학적 특성으로 인하여 10월부터 이듬해 4월의 비산란기인 경우 고가의 알 굴로 소비되고, 3-5월의 산란기 직전인 경우 냉동굴로, 5-7월의 산란기인 경우 건조굴 및 통조림식품 등으로 가공 및 유통되고 있다. 이로 인하여 대부분의 굴 생산자는 고가인 알굴의 형태로 유통하기를 희망하고 있으나, 해양오염, 생활폐수 등의 오염원으로 인해 때때로 알굴 수확 시기에 장염비브리오를 위시

\*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.2022.0249>

Korean J Fish Aquat Sci 55(3), 249-256, June 2022

Received 21 March 2022; Revised 13 April 2022; Accepted 2 May 2022

저자 직위: 강상인(연구원), 이창영(연구원), 김예울(주임), 박지훈(대학원생), 조혜정(대학원생), 윤인성(주무관), 김진수(교수)

한 기타 식중독 세균 등의 출현(Lees, 2000; Iritani et al., 2014; Shin et al., 2014; Wang and Deng, 2016)과 신세대들의 굴 특유의 향에 대한 거부감(Lee et al., 2008) 등으로 알굴의 소비량이 점차 감소하고 있다. 따라서, 양식굴의 새로운 소비 패턴을 고려한 굴 가공 제품의 개발이 절실하다(Kim et al., 2019).

HMR (home meal replacement, 가정간편식) 제품은 1인 가구의 증가, COVID-19로 인한 사회적 거리두기 및 편의성 추구 성향 등으로 급격히 증가하고 있는 추세이다(Costa et al., 2001; Bumbudsanpharoke and Ko, 2022). HMR 제품의 시장 규모는 국내외를 가릴 것 없이 모든 지역에서 급격히 증가하고 있는데, 이 중 세계 시장은 2019년에서 2025년까지 연평균 6.83%의 성장률이 예상되며, 그 가치는 2025년까지 1,569억 달러로 추정된다(Research and Markets, 2020).

한편, 그라탕에 관한 연구는 김치 그라탕(Kim and Surh, 2017), 김치 및 대게 첨가 그라탕(Chae, 2021) 등과 같이 아주 한정적이고, 굴 가공품에 관한 연구는 분말수프(Kim and Heu, 2001), 굴국 제조(Hwang et al., 2016), 굴 소스(Jeong et al., 2017), 자숙 및 구운굴 통조림(Park et al., 2018) 등이 있으나 크림 굴 그라탕의 개발 및 영양 특성에 관한 연구는 찾아보기 어렵다.

본 연구에서는 굴의 고부가가치를 위한 일련의 연구로 굴에 대한 위생 안전성과 국내외 트렌드 등을 모두 고려한 크림 굴 그라탕을 개발하고자 하였고, 아울러 이의 일반 특성, 관능 특성과 영양 특성에 대하여 살펴보고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

크림 굴 그라탕용 주원료인 냉동자숙굴은 삼삼물산(주)(Tongyeong, Korea)에서 2020년 1-4월에 굴수협으로부터 알굴(Pacific oyster *Crassostrea gigas*)의 형태로 경매를 받아 사용하였다. 즉, 굴 그라탕용 원료 굴인 냉동자숙굴은 비자숙 탈각 굴(알굴)을 세척 및 선별, 스팀자숙(100±1°C, 5분), 팬닝(panning), 급속동결(-35°C 이하), 탈팬(depanning), 얼음막 처리(glazing), 개체급속동결(individual quick freezing, IQF)하여 중간 크기(medium size)의 굴(범위, 9.8-13.0 g/개; 평균, 11.2±1.0 g/개)만을 선별하여 -18°C 이하에 두고 사용하였고, 이때 선별된 냉동자숙굴의 수분함량은 79.8±0.1 g/100 g이었다. 크림 굴 그라탕 용 부원료인 우유(Maeil Co. Ltd., Seoul, Korea), 한주소금(Hanju Co. Ltd., Ulsan, Korea), 파슬리(Shinyoung Co., Gwangju, Korea)는 2020년 6-10월에 경상남도 통영시 소재 대형 소비 마트로부터, 휘핑크림(Sunin Co., Yongin, Korea), 마카로니(Ottogi Co. Ltd., Anyang, Korea), 양파 분말(Chungeun Co., Goyang, Korea), 마늘 분말(Chungeun Co.), 백후추(Ottogi Co. Ltd., Korea), 모짜렐라치즈(Choheung Co., Ansan, Korea)는 2020년 6-10월에 온라인으로 구입하여 사용

하였다. 대조구인 시판 치즈 해물 그라탕은 2020년 6-10월에 온라인에서 구입하였고, 이는 시제 크림 굴 그라탕의 일반, 관능 및 영양 특성을 비교하기 위하여 사용하였다.

### 크림소스 및 이를 활용한 크림 굴 그라탕의 제조

크림 굴 그라탕 제조를 위한 냉동자숙굴로부터 추출한 굴 우유추출물(이하 우유추출물)은 우유(35.0%, w/w)에 냉동자숙굴(100.0%, w/w), 백후추(0.3%, w/w)를 넣고, 우유의 중심온도가 80°C가 되는 시점부터 2분 동안 가열한 후 체(지름 28.5 cm×높이 10.5 cm, 12 mesh)를 사용하여 고형물을 분리한 다음, 남은 액상으로 하였다. 크림소스는 우유추출물에 휘핑크림(172.0%, w/w), 혼합분말(마늘분말:양파분말=1:1) (12.0%, w/w)과 소금(0.5%, w/w)을 첨가하고, 가열하여 중심온도 65°C가 되는 시점부터 5분 동안 가열한 후 실온에서 냉각하여 제조하였다. 최종적으로 크림 굴 그라탕은 전자레인지용 용기(DR-PACK 22; Sense Pack Inc., Hwaseong, Korea)에 위에서 제조한 냉각 크림소스와 우유추출물 제조 시 분리한 굴을 모두 넣고, 이어서 냉동자숙굴 중량 기준으로 삶은 마카로니(15.4%, w/w), 치즈(30.8%, w/w) 및 파슬리(0.2%, w/w)를 차례로 넣은 다음 뚜껑을 닫고 -35°C 이하에서 급속냉동(Daewon Engineering Co., Busan, Korea)시켜 제조하였다.

### 일반성분 함량 및 에너지 산출

일반성분은 마쇄한 크림 굴 그라탕을 검체로 하여 AOAC (1995)법에 따라 실시하였다. 즉, 일반성분은 수분의 경우 상압가열건조법, 조단백질의 경우 semimicro Kjeldahl법, 조지방의 경우 Soxhlet법 및 회분의 경우 건식회화법으로 측정하였고, 탄수화물의 경우 100-(수분 함량+조단백질 함량+조지방 함량+회분 함량)으로 하였다.

에너지 산출은 분석한 일반성분 데이터와 표준식품성분표의 에너지 환산계수(RDA, 2016)를 적용하여 [(조단백질×4.27)+(조지방×9.02)+(탄수화물×3.87)]로 계산하였다. 이때 탄수화물의 함량은 조섬유와 당을 합한 것으로 하였다.

### pH 및 식염

pH는 식품공전(MFDS, 2021)에서 언급한 방법에 따라 측정하였다. 즉, pH 측정은 크림 굴 그라탕을 마쇄한 다음 이를 약 5 g 취한 후 여기에 9배(w/v)에 해당하는 증류수를 가하여 균질기(Polytron PT 1200E; Kinematica AG, Lucerne, Switzerland)로 균질화하고, 원심분리(9,300 g, 15분) 및 여과한 여액으로 하였다. 최종적으로, pH 측정은 pH meter (Orion 3-star; Thermo Fisher Scientific, Boston, MA, USA)로 실시하였다.

식염은 식품공전(MFDS, 2021)에서 언급한 회화법으로 측정하였다. 즉, 식염 약 1 g을 함유하는 양의 검체를 회화한 다음 이를 물로 녹이고, 정용(500 mL) 및 여과한 여액 10 mL에 크롬산 칼륨(K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>) 용액 2-3방울을 가한 후 0.02 N 질산은(AgNO<sub>3</sub>)으로 적정하여 계산하였다.

### 전자혀를 이용한 맛성분 분석

전자혀를 이용한 크림 굴 그라탕의 맛 분석 시료는 Jo et al. (2013)이 언급한 방법에 따라 크림 굴 그라탕을 1차 마쇄한 다음 이의 5 g에 증류수 100 mL를 각각 가하고, 2차로 다시 한번 마쇄하여 원심분리(10,035 g) 및 여과한 후 부유물과 기름 층을 제거하여 제조하였다. 전자혀를 이용한 크림 굴 그라탕의 맛 분석은 Woertz et al. (2011)이 언급한 방법에 따라 electronic tongue unit ( $\alpha$ -Astree II; Alpha M.O.S Inc., Toulouse, France)로 측정하였다. 즉, 전자혀 시료 100 mL를 부속 용기에 채우고, 여기에 감칠맛, 짠맛, 단맛, 신맛, 및 쓴맛을 감지하는 각각의 전극을 담은 다음 상온에서 정치시켜 전극이 평형에 도달하였을 때의 값을 이들 4종의 맛에 대한 데이터로 하였다. 측정 데이터는 시판 치즈 해물 그라탕을 대조구로 하여 시제 크림 굴 그라탕과의 차이로 나타내었다.

### 휘발성염기질소 함량

휘발성염기질소 함량은 마쇄한 크림 굴 그라탕을 검체로 하고, Conway unit을 사용하여 식품공전(MFDS, 2021)에서 언급한 미량화산법으로 측정하였다. 휘발성염기질소 함량의 측정을 위한 전자혀 검체는 검체 10 g에 증류수 50 mL를 넣고 잘 저어 섞어 30분간 침출하고 여과하였다. 휘발성염기질소 함량의 측정을 위하여 Conway unit의 외실에는 왼쪽에 전자혀 시료 용액 1 mL를, 오른쪽에 포화  $K_2CO_3$  1 mL를, 내실에는 0.01 N  $H_2SO_4$  1 mL와 지시약 2-3방울을 각각 가한 다음 글리세린을 바른 뚜껑으로 밀폐하고 조심스럽게 흔들어 준 다음 20°C에서 120분간 반응시켰다. 휘발성염기질소 함량은 반응이 끝난 Conway unit 내실에 0.01 N NaOH로 적정한 후, 이를 이용하여 계산하였다.

### 냄새강도

냄새강도는 마쇄한 크림 굴 그라탕을 검체로 하여 Kang et al. (2014)이 언급한 방법에 따라 측정하였다. 즉, 냄새강도는 50 mL 코니칼 튜브(30×150 mm; SPL Life Science Co. Ltd., Pocheon, Korea)에 마쇄한 크림 굴 그라탕 약 5 g을 넣고, 냄새강도기(XP-329R; New Cosmos Electric Co. Ltd., Osaka, Japan)의 흡입구를 넣은 다음, 냄새가 휘발되어 나가지 않게 파라필름(parafilm)으로 밀봉하여 냄새강도기로 측정하였다. 이때, mode는 batch로 설정하였고, 단위는 냄새 강도(level)로 나타내었다.

### 총아미노산

총아미노산 분석을 위한 검체는 마쇄한 크림 굴 그라탕으로 하여 식품공전(MFDS, 2021)에서 언급한 방법에 따라 실시하였다. 분석용 전자혀 시료의 제조를 위하여 가수분해용 시험관에 검체의 일정량과 0.05% (v/v) 2-mercaptoethanol을 함유한 6 N 염산 10 mL를 가하고, 이를 밀봉한 다음, heating block

(HF21; Yamato Scientific Co., Tokyo, Japan)에서 가열처리(100±1°C, 24 h)하였다. 아미노산 분석용 시료는 가수분해한 봉관을 절단한 후 40°C에서 감압농축 건조하여 염산을 제거하고, 최종적으로 0.2 N 구연산나트륨 완충액(pH 2.2)으로 정용(25 mL)하여 제조하였다. 총아미노산은 전자혀 시료의 일정량을 이용하여 아미노산자동분석기(Pharmacia Biotech Biochrom 30; Biochrom Ltd., London, UK)로 분석한 다음, 동정 및 계산하였다.

### 무기질

무기질 분석을 위한 검체는 마쇄한 크림 굴 그라탕으로 하여 식품공전(MFDS, 2021)에서 언급한 방법에 따라 실시하였다. 분석을 위한 전자혀 시료는 검체 1 g을 고온감압 하에서 습식 방법으로 전자혀하여 제조하였다. 무기질 분석은 전자혀 시료를 이용하여 ICP-MS (X Series II; Thermo Fisher Scientific Inc.)로 실시하였다.

### 지방산

지방산 조성의 분석을 위한 시료유는 마쇄한 크림 굴 그라탕을 검체로 하여 chloroform-methanol (2:1, v/v) 혼합액을 추출 용매로 사용하는 Bligh and Dyer (1959)법으로 추출하여 사용하였다. 그리고, 지방산 함량을 산출하기 위하여 사용한 내부 표준물질은 methyl tricosanoate (99%; Sigma-Aldrich Korea, Seoul, Korea)로 하였고, 이의 0.01 g을 chloroform 용액에 녹여 10 mL가 되도록 하였으며, 이의 내부표준물질 농도는 1 mg/mL가 되도록 하였다. 지방산 분석은 추출한 시료유를 이용하여 식품공전(MFDS, 2021)에 따라 지방산 메틸에스테르 유도체를 만든 다음 capillary column (Supelcowax-10 fused silica wall-coated open tubular column, 30 m×0.25 mm I.d.; Supelco Japan Ltd., Tokyo, Japan)이 장착된 gas chromatography (Shimadzu 14A; carrier gas, He; detector, FID)를 이용하여 실시하였다. 분석 조건은 injector 및 detector (FID) 온도를 각각 250°C로 하였고, 칼럼 온도는 230°C까지 승온시킨 다음 15분간 유지하였다. Carrier gas는 He (1.5 kg/cm<sup>2</sup>)을 사용하였으며, split ratio는 1:50으로 하였다.

분석한 지방산은 시료의 경우와 동일한 조건에서 분석한 표준 용액(Supelco 37 Component FAME Mix, Sigma-Aldrich Korea)의 머무름 시간(retention time) 및 ECL (equivalent chain length)과 비교하여 동정 및 계산하였다(Moon et al., 2005).

### 소화율

크림 굴 그라탕의 소화율은 마쇄한 크림 굴 그라탕을 Hur et al. (2015)이 언급한 방법에 따라 분석하였다. 즉, 구강 소화용 혼합물은 200 mL 삼각플라스크에 마쇄 검체 5 g을 넣고, 여기에 이미 조제한 인공 타액(saliva) 6 mL와 마그네틱바(magnetic stirrer bar)를 차례로 넣은 다음 파라필름(parafilm)으로 플라스크 입구를 밀봉하여 제조하였다. 이어서, 구강 소화용 혼합물



의 소화물은 37°C로 세팅된 shaking water bath (SWB-10; Jeio Tech. Inc, Daejeon, Korea)에서 천천히 5분간 교반하여 제조하였다. 위의 소화는 구강에서 소화처리한 검체에 위액(gastric juice) 12 mL를 넣어 잘 혼합하고 밀봉한 다음, 소장 및 대장의 소화는 구강과 위에서 연속적으로 소화 처리된 소화물에 소장액(duodenal juice) 12 mL와 담즙액(bile juice) 6 mL, 그리고 중탄산염 2 mL를 넣어 잘 혼합하고 밀봉한 다음, shaking water bath에서 2시간 동안 천천히 교반시키면서 소화시켰다. 이때 위 소화물의 경우 pH가 3 이상으로 상승하면 6 N HCl을 이용하여 pH를 3 이하로 조정하였고, 소장 및 대장 소화물의 경우 pH가 5 이하이거나 8 이상이 되면 6 N HCl과 6 N NaOH를 이용하여 약산성 또는 약 알칼리 수준이 될 수 있게 조정하였다. 소화가 끝난 검체는 원심분리(12,000 g, 15분)하여 상층액은 버리고, 남은 고형물로 건조하였다. 소화율은 소화 전과 후 각각 검체의 건조 중량의 차이를 이용하여 계산하였다.

### 통계처리

본 실험에서 얻은 데이터의 표준편차 및 유의차 검증(5% 유의 수준)은 SPSS 통계패키지(SPSS for window, release 18)에 의한 ANOVA test를 이용하여 분산분석한 후 Duncan의 다중위 검정을 실시하여 나타내었다.

## 결과 및 고찰

### 일반특성

크림 굴 그라탕의 일반성분, pH, 염도 및 에너지를 대조구인 시판 치즈 해물 그라탕과 비교하여 나타낸 결과는 Table 1과 같다. 대조구와 시제 크림 굴 그라탕의 일반성분 함량은 수분이 각각 70.9% 및 61.8%, 조단백질이 각각 6.4% 및 8.5%, 조지방이 각각 13.1% 및 16.1%, 회분이 각각 1.1% 및 1.2%이었다. 시판 치즈 해물 그라탕의 일반성분 함량에 비하여 시제 크림 굴 그라탕의 일반성분 함량은 유의적으로 수분의 경우 낮고, 조단백질, 조지방, 탄수화물의 경우 높아 차이가 있었으나( $P < 0.05$ ), 회분의 경우 차이가 없었다( $P > 0.05$ ). 이와 같은 시판 그라탕과 시제 그라탕의 일반성분 함량 차이는 여러 가지 주원료 및 부원료의 종류와 배합비의 차이 때문이라 판단되었다.

일반성분 함량을 토대로 산출한 그라탕 100 g 당 에너지는 시

제 크림 굴 그라탕이 229.5 kcal로, 대조구인 시판 치즈 해물 그라탕의 178.4 kcal에 비하여 높았는데, 이는 열량을 가진 조단백질, 조지방 및 탄수화물의 차이 때문이라 판단되었다. 한편, 한국영양학회(The Korean Nutrition Society, 2015)는 급식대상 연령(9-49세)의 1일 에너지 섭취기준에 대하여 남성의 경우 2,100-2,700 kcal, 여성의 경우 1,800-2,100 kcal로 제시하고 있다. 따라서 시제 크림 굴 그라탕 100 g 섭취에 따라 전환되는 에너지는 급식대상 연령(9-49세)의 1일 에너지 섭취기준에 대하여 남성의 경우 8.5-10.9% 범위에, 여성의 경우 10.9-12.8% 범위에 해당하였다.

크림 굴 그라탕의 pH는 시제 크림 굴 그라탕이 6.82로 대조구인 시판 치즈 해물 그라탕의 7.21에 비하여 낮았다. 이는 크림 굴 그라탕의 주원료는 냉동굴, 우유, 치즈 등이며 시판 치즈 해물 그라탕의 주원료는 치즈, 새우살, 오징어 등으로 이에 따른 성분 및 함량 차이라고 판단되었다. 그라탕 100 g 당의 염도는 시제 크림 굴 그라탕(0.5 g)과 대조구인 시판 치즈 해물 그라탕(0.5 g) 간에 유의적으로 차이가 없었는데( $P > 0.05$ ), 이는 첨가한 식염의 농도가 유사하였기 때문이라 판단되었다. 따라서, 대조구와 시제 크림 굴 그라탕 간에 짠맛에 대한 차이는 없으리라 추정되었다.

### 맛 특성

전자혀로 측정된 시제 크림 굴 그라탕과 대조구인 시판 치즈 해물 그라탕의 감칠맛, 짠맛, 신맛, 단맛 및 쓴맛은 Fig. 1과 같다. 시제 크림 굴 그라탕과 대조구의 맛 강도는 신맛의 경우 각각 5.5 level 및 5.2 level, 짠맛의 경우 각각 6.1 level 및 5.6 level, 감칠맛의 경우 각각 5.6 level 및 4.0 level, 단맛의 경우 각각 6.1 level 및 6.4 level, 쓴맛의 경우 각각 4.8 level 및 6.6 level 이었고, 이는 시제 그라탕의 맛 강도가 대조구인 시판 그라탕의 맛 강도에 비하여 유의적으로 감칠맛의 경우 강하고, 쓴맛의 경우 약하였으며( $P < 0.05$ ), 기타 신맛, 짠맛과 단맛의 경우 차이가 인정되지 않았다( $P > 0.05$ ). 따라서, 대조구인 시판 치즈 해물 그라탕의 맛 강도에 비하여 시제 크림 굴 그라탕의 맛 강도는 우유의 적절한 첨가비율에 의해 굴의 쓴맛은 감소하였고, 감칠맛은 증가하였을 것이라 추정되었다. 한편, Lee et al. (2022)은 본 연구와 동일한 원료와 배합비로 제조한 크림 굴 그라탕과 대조구인 시판 치즈 해물 그라탕의 맛 특성을 관능적으로 살펴본 결과

Table 1. Comparison on the proximate composition, pH, salinity, and energy of oyster *Crassostrea gigas* gratin with cream sauce and commercial seafood gratin with cheese

| Gratin     | Proximate component (g/100g) |                      |                       |                      |                           | pH   | Salinity (g/100 g)   | Energy <sup>2</sup> (kcal/100 g) |
|------------|------------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------|------|----------------------|----------------------------------|
|            | Moisture                     | Crude protein        | Crude lipid           | Ash                  | Carbohydrate <sup>1</sup> |      |                      |                                  |
| Commercial | 70.9±0.4 <sup>a3</sup>       | 6.4±0.0 <sup>b</sup> | 13.1±0.4 <sup>b</sup> | 1.1±0.0 <sup>a</sup> | 8.5                       | 7.21 | 0.5±0.1 <sup>a</sup> | 178.4                            |
| Oyster     | 61.8±0.3 <sup>b</sup>        | 8.5±0.2 <sup>a</sup> | 16.1±0.2 <sup>a</sup> | 1.2±0.0 <sup>a</sup> | 12.4                      | 6.82 | 0.5±0.1 <sup>a</sup> | 229.5                            |

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

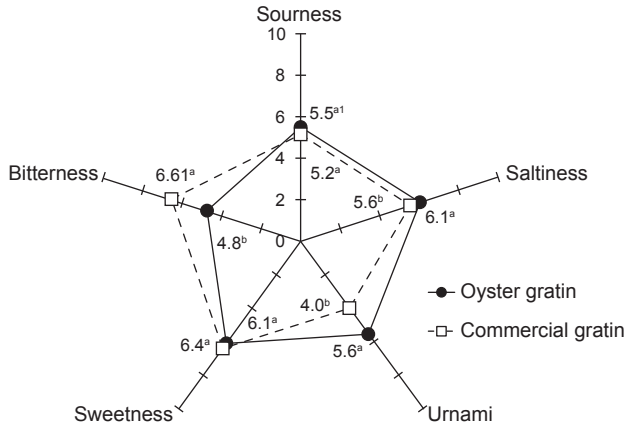


Fig. 1. Comparison on the taste intensity of oyster *Crassostrea gigas* gratin with cream sauce and commercial seafood gratin with cheese. <sup>1</sup>Difference letters on the data in the same item indicate a significant difference at P<0.05.

시제품의 맛에 대한 관능평점이 시판품의 맛에 대한 관능평점에 비하여 우수하였다고 보고한 바가 있다.

냄새 특성

시제 크림 굴 그라탕과 대조구인 시판 치즈 해물 그라탕의 냄새 특성을 휘발성염기질소와 냄새강도로 살펴본 결과는 Fig. 2 와 같다. 그라탕 100 g 당의 휘발성염기질소 함량은 시제 크림 굴 그라탕이 7.9 mg으로, 대조구의 7.6 mg에 비하여 약간 높았으나 유의적인 차이가 인정되지 않았다(P>0.05). 이와 같이 시제 크림 굴 그라탕과 시판 치즈 해물 그라탕의 휘발성염기질소 함량이 모두 낮은 범위에서 차이가 없었던 것은 시제품의 경우 신선한 자숙 굴을 사용한 것 이외에 휘핑크림 및 우유와 같은 유제품 관련 소재를 사용하여 암모니아나 트리메틸아민(trimeth-

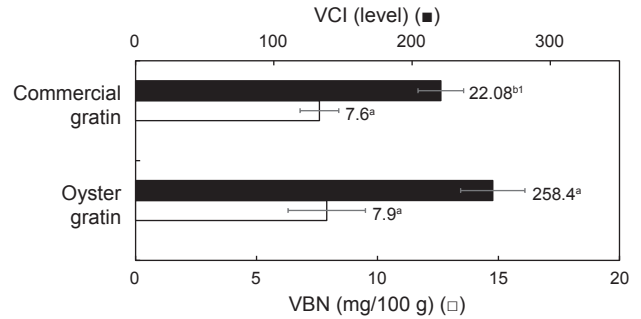


Fig. 2. Comparison on the volatile basic nitrogen (VBN) content and volatile component intensity (VCI) intensity of oyster *Crassostrea gigas* gratin with cream sauce and commercial seafood gratin with cheese. <sup>1</sup>Difference letters on the data of the same item indicate a significant difference at P<0.05.

ylamine)과 같은 휘발성염기질소 성분의 휘발을 억제하였기 때문이라 판단되었고(Heu et al., 2008; Kang et al., 2021), 대조구의 경우 비린내가 적은 오징어와 새우를 주원료로 사용함과 동시에 역시 치즈 등의 유제품 관련 소재를 사용하였기 때문이라 판단되었다.

시제 크림 굴 그라탕의 냄새강도는 258.4 level이었고, 이는 대조구의 220.8 level에 비하여 유의적으로 높았다(P<0.05). 이와 같이 시제 크림 굴 그라탕의 냄새 강도가 대조구에 비하여 높은 것은 굴 특유의 향 이외에, 이들 휘발성 성분의 억제를 위하여 사용한 양파분말, 마늘분말, 백후추 등과 같은 향신료를 사용하였기 때문이라 판단되었다. 한편, Lee et al. (2022)은 본 연구와 동일한 원료와 배합비로 제조한 크림 굴 그라탕과 대조구인 시판 치즈 해물 그라탕의 냄새 특성을 관능적으로 살펴본 결과 시제품의 향에 대한 관능평점이 시판품의 향에 대한 관능평점에 비하여 유의적으로 우수하였다고 보고한 바가 있다.

Table 2. Comparison on the total amino acid contents of oyster *Crassostrea gigas* gratin with cream sauce and commercial seafood gratin with cheese

| Amino acid       | Gratin (g/100 g) |                         | Amino acid  | Gratin (g/100 g)  |               |             |             |
|------------------|------------------|-------------------------|-------------|-------------------|---------------|-------------|-------------|
|                  | Commercial       | Oyster                  |             | Commercial        | Oyster        |             |             |
| EAA <sup>2</sup> | Isoleucine       | 0.19 (3.7) <sup>1</sup> | 0.37 (5.0)  | Asparagine        | 0.37 (7.1)    | 0.56 (7.6)  |             |
|                  | Leucine          | 0.43 (8.3)              | 0.60 (8.2)  | Tyrosine          | 0.18 (3.5)    | 0.24 (3.3)  |             |
|                  | Threonine        | 0.20 (3.8)              | 0.31 (4.2)  | Serine            | 0.30 (5.8)    | 0.38 (5.2)  |             |
|                  | Phenylalanine    | 0.28 (5.4)              | 0.42 (5.7)  | NEAA <sup>3</sup> | Glutamic acid | 1.24 (23.8) | 1.38 (18.8) |
|                  | Histidine        | 0.12 (2.3)              | 0.22 (3.0)  |                   | Proline       | 0.59 (11.3) | 0.72 (9.8)  |
|                  | Lysine           | 0.32 (6.2)              | 0.49 (6.7)  |                   | Glycine       | 0.17 (3.3)  | 0.31 (4.2)  |
|                  | Arginine         | 0.20 (3.8)              | 0.38 (5.2)  |                   | Alanine       | 0.21 (4.0)  | 0.33 (4.5)  |
|                  | Valine           | 0.24 (4.6)              | 0.39 (5.3)  |                   | Cysteine      | 0.04 (0.8)  | 0.05 (0.7)  |
|                  | Methionine       | 0.12 (2.3)              | 0.18 (2.5)  | Sub-total         | 3.10 (59.6)   | 3.97 (54.1) |             |
|                  | Sub-total        | 2.10 (40.4)             | 3.36 (45.8) | Total             | 5.20 (100.0)  | 7.33 (99.9) |             |

<sup>1</sup>The value of parenthesis means the percentage to total amino acid. <sup>2</sup>EAA, Essential amino acid. <sup>3</sup>NEAA, Non-essential amino acid.

이상의 시제 크림 굴 그라탕에 대한 냄새 특성의 결과로 미루어 보아 시제 크림 굴 그라탕의 굴 특유의 강한 향은 다소 억제되었다고 판단되었다.

### 총아미노산

시제 크림 굴 그라탕과 시판 치즈 해물 그라탕의 총아미노산 함량은 Table 2와 같다. 시제 크림 굴 그라탕 내용물 100 g 당 총아미노산 함량은 7.33 g으로, 대조구 내용물 100 g 당의 5.20 g에 비하여 41% 높았다. 시제 크림 굴 그라탕의 필수아미노산 함량과 조성은 각각 3.36 g 및 45.8%로, 대조구의 각각 2.10 g 및 40.4%에 비하여 두 항목이 모두 높아 영양적으로 의미가 있었고, 제한아미노산은 분석하지 않은 tryptophan을 제외한다면 크림 굴 그라탕의 경우 methionine, 대조구의 경우 methionine 및 histidine이었다. 시제 및 시판 그라탕의 주요 아미노산(전체 아미노산의 8% 이상)은 두 제품이 모두 glutamic acid (각각 18.8% 및 23.8%), proline (각각 9.8% 및 11.3%) 및 leucine (각각 8.2% 및 8.3%)과 같이 3종으로 동일하였다. 한편, 시제 크림 굴 그라탕의 곡류제한아미노산으로 널리 알려져 있는 lysine과 threonine은 각각 0.49 g 및 6.7%, 0.31 g 및 4.2%로 다량 함유되어 있어, 이들 시제 크림 굴 그라탕을 간식 또는 식사 대용으로 섭취하는 경우 곡류를 주식으로 하는 동양권 국가 소비자들의 영양 밸런스 측면에서 의미가 있을 것으로 판단되었고, 이들은 대조구인 시판 치즈 해물 그라탕의 각각 0.32 g 및 6.2%, 0.20 g 및 3.8%에 비하여도 높아 우수하였다.

### 무기질

시제 크림 굴 그라탕과 대조구인 시판 치즈 해물 그라탕의 무기질 함량은 Table 3과 같다. 한국인 성인 남자(19-49세)의 1일 무기질 섭취량은 칼슘의 경우 권장섭취량으로 800 mg, 칼륨의 경우 충분섭취량으로 3,500 mg, 철과 아연의 경우 권장섭취량으로 모두 10 mg으로 제시되어 있다(The Korean Nutrition Society, 2020). 시제 크림 굴 그라탕과 대조구인 시판 치즈 해물 그라탕의 무기질 함량은 칼슘이 각각 134.5 mg 및 111.6 mg, 칼륨이 각각 164.9 mg 및 72.4 mg, 철이 각각 0.8 mg 및 0.2 mg, 아연이 각각 4.5 mg 및 1.0 mg이었고, 이는 시제 크림 굴 그라탕이 대조구에 비하여 칼슘, 칼륨, 철 및 아연과 같은 4종의 무기질 모두의 함량이 높았다. 이와 같이 시제 크림 굴 그라탕의 무기질 함량이 시판 치즈 해물 그라탕에 비하여 높았던 것은 굴

Table 3. Comparison on the mineral contents of oyster *Crassostrea gigas* gratin with cream sauce and commercial seafood gratin with cheese (mg/100 g)

| Gratin     | Ca                      | K                      | Fe                   | Zn                   |
|------------|-------------------------|------------------------|----------------------|----------------------|
| Commercial | 111.6±0.5 <sup>b1</sup> | 72.4±0.7 <sup>b</sup>  | 0.2±0.0 <sup>b</sup> | 1.0±0.1 <sup>b</sup> |
| Oyster     | 134.5±2.4 <sup>a</sup>  | 164.9±1.6 <sup>a</sup> | 0.8±0.0 <sup>a</sup> | 4.5±0.1 <sup>a</sup> |

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

과 해물과 같은 주원료 이외에도 기타 부원료의 종류 및 배합비 차이 때문이라 판단되었다. 한편, 시제 크림 굴 그라탕의 100 g 당 무기질 함량은 한국인 성인 남자(19-49세)의 1일 무기질 권장 또는 충분섭취량에 비하여 칼슘이 16.8%, 칼륨이 4.7%, 철이 8.0%, 아연이 45.0%에 해당하였다. 따라서, 한국인 성인 남자(19-49세)가 시제 크림 굴 그라탕의 100 g을 섭취하였을 때 건강 기능이 기대되는 무기질은 칼슘 및 아연이었고, 철도 무시할 정도는 아니었다.

### 지방산

시제 크림 굴 그라탕과 대조구로 사용한 시판 치즈 해물 그라탕의 지방산 조성은 Table 4와 같다. 시판 치즈 해물 그라탕과 시제 크림 굴 그라탕의 지방산 조성은 모두 포화지방산(각각 80.6% 및 76.3%)이 가장 높았고, 다음으로 일가불포화지방산(각각 16.0% 및 16.9%) 및 다가불포화지방산(각각 3.4% 및 6.8%)의 순이었다. 주요 지방산은 시판 치즈 해물 그라탕의 경우 12:0 (31.3%), 14:0 (14.5%), 16:0 (25.3%), 18:1n-9 (15.3%) 이었고, 크림 굴 그라탕의 경우도 12:0 (28.2%), 14:0 (13.6%), 16:0 (24.9%), 18:1n-9 (16.2%)이었다. 한편, Shin et al. (2006)은 유제품에 관한 연구에서 3종의 우유의 주요 지방산은 16:0 (46.3-47.8%), 18:1n-9 (21.6-33.2%), 18:0 (20.8-21.6), 14:0 (14.8-15.9) 순이었다고 보고한 바 있다. 이와 같이 시판 치즈 해물 그라탕과 시제 크림 굴 그라탕의 주요 지방산의 종류가 동

Table 4. Comparison on the fatty acid composition of oyster *Crassostrea gigas* gratin with cream sauce and commercial seafood gratin with cheese

| Fatty acid | Gratin (area %) |        | Fatty acid       | Gratin (area %) |                |
|------------|-----------------|--------|------------------|-----------------|----------------|
|            | Commercial      | Oyster |                  | Commercial      | Oyster         |
| 4:0        | 0.1             | 0.1    | 14:1n-5          | 0.2             | 0.2            |
| 6:0        | 0.3             | 0.4    | 16:1n-7          | 0.4             | 0.5            |
| 8:0        | 1.4             | 1.3    | 18:1n-9          | 15.3            | 16.2           |
| 10:0       | 2.1             | 2.0    | 20:1n-9          | 0.1             | trace          |
| 12:0       | 31.3            | 28.2   | Monoenes         | 16.0            | 16.9           |
| 13:0       | trace           | trace  | 18:2n-6          | 2.5             | 6.0            |
| 14:0       | 14.5            | 13.6   | 18:3n-6          | 0.1             | - <sup>1</sup> |
| 15:0       | 0.3             | 0.3    | 18:3n-3          | -               | 0.1            |
| 16:0       | 25.3            | 24.9   | 20:2n-6          | 0.1             | 0.1            |
| 17:0       | 0.2             | 0.2    | 20:5n-3          | 0.4             | 0.3            |
| 18:0       | 4.7             | 5.0    | 22:2n-6          | 0.3             | 0.3            |
| 20:0       | 0.2             | 0.2    | Polyenes         | 3.4             | 6.8            |
| 21:0       | 0.1             | 0.1    | TFA <sup>2</sup> | 100.0           | 100.0          |
| 22:0       | trace           | trace  |                  |                 |                |
| 23:0       | 0.1             | trace  | n-6              | 2.7             | 6.1            |
| Saturated  | 80.6            | 76.3   | n-3              | 0.7             | 0.7            |

<sup>1</sup>-, Not detected. <sup>2</sup>TFA, Total fatty acid.

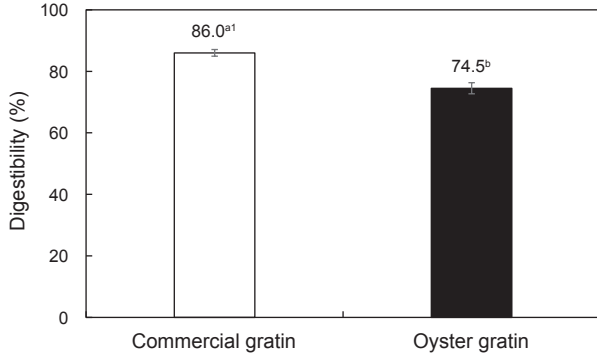


Fig. 3. Comparison on the digestibility of oyster *Crassostrea gigas* gratins with cream sauce and commercial seafood gratin with cheese. \*Difference letters on the data indicate a significant difference at  $P < 0.05$ .

일한 것은 부원료 중 유제품이 주 베이스로 사용되었기 때문이고, 조성에서 차이가 있는 것은 이들 유제품의 사용 조성비에 있어 차이가 있었기 때문이라 판단되었다. 한편, 오메가-3 지방산의 비율은 모두 0.7%에 불과하여 이들 시제 및 시판 그라탕들의 섭취에 의한 오메가-3 지방산의 건강 기능성을 기대하기에는 어려움이 있다고 판단되었다.

### 소화율

인체내 섭취된 음식은 타액에 함유된 amylase와 mucin과 같은 소화효소가 작용하고, 식도에서 위로, 위에 도착한 음식물은 단백질 분해효소인 pepsin과 산 등이 함께 혼합되어 단백질 소화가 시작된다. 위 소화액과 혼합된 음식물은 증상태가 되어 십이지장으로 이동하여 췌장에서 분비되는 lipase, pancreatin 등과 함께 쓸개즙에서 분비되는 담즙산과 혼합되는데, 이때 약 95% 이상의 음식물이 소장에서 흡수되고, 소장에서 흡수되지 않은 수분과 미네랄 등은 대장에서 흡수되어 대장내 존재하는 미생물에 의해 비오틴과 비타민 K 등이 생산되어 흡수된다(Mike, 2016). 시제 크림 굴 그라탕과 시판 치즈 해물 그라탕의 소화율은 Fig. 3과 같다. 시제 크림 굴 그라탕의 소화율은 74.5%로 대조구인 시판 치즈 해물 그라탕의 86.0%에 비하여 유의적으로 낮았다( $P < 0.05$ ). 이와 같은 결과는 그라탕 제조를 위하여 사용한 주원료 및 부원료의 성분 차이로 인해 시제 크림 굴 그라탕이 시판 치즈 해물 그라탕에 비하여 소화가 요구되는 탄수화물, 조단백질 및 조지방과 같은 유기물 함량이 높았기 때문이라 판단되었다.

### 사 사

이 논문은 2020년도 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(PJT201277, 대일 검사장 화조치 대응 수출시장 다변화 수산식품 개발).

### References

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1995. Official Methods of Analysis. 18th Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., U.S.A.
- Bumbudsanpharoke N and Ko SH. 2022. Packaging technology for home meal replacement: innovations and future prospective. Food Control 132, 108470. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108470>.
- Bligh EG and Dyer WJ. 1959. A rapid method of lipid extraction and purification. Can J Biochem Physiol 37, 911-917. <https://doi.org/10.1139/o59-099>.
- Chae DJ. 2021. Characteristics quality of gratin production with added red crab meat and kimchi. Foodserv Ind J 17, 7-14.
- Costa AIA, Dekker M, Beumer RR, Rombouts FM and Jongen WMF. 2001. A consumer-oriented classification system for home meal replacements. Food Qual Prefer 12, 229-242. [https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(01\)00010-6](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(01)00010-6).
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2019. Fishery and Aquaculture Statistics. Retrieved from [https://www.fao.org/fishery/static/Yearbook/YB2019\\_USBcard/navigation/index\\_content\\_aquaculture\\_e.htm](https://www.fao.org/fishery/static/Yearbook/YB2019_USBcard/navigation/index_content_aquaculture_e.htm) on Mar 16, 2022.
- Heu MS, Park SH, Kim HS, Kim HJ, Han BW, Ji SG, Kim JG, Yoon MS and Kim SJ. 2008. Improvement on fish odor of extracts from salmon frame soaked in soybean milk. J Korean Soc Food Sci Nutr 37, 223-230. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2008.37.2.223>.
- Hur SJ, Lee SY and Lee SJ. 2015. Effect of biopolymer encapsulation on the digestibility of lipid and cholesterol oxidation products in beef during *in vitro* human digestion. Food Chem 166, 254-260. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.06.009>.
- Hwang YS, Cho JH, Hwang SM, Kim SH, Kim BG and Oh KS. 2016. Processing and quality characteristics of retort pouched oyster soup from IQF oyster *Crassostrea gigas*. Korean J Fish Aquat Sci 49, 772-778. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2016.0772>.
- Iritani N, Kaida A, Abe N, Kubo H, Sekiguchi JI, Yamamoto SP, Goto K, Tanaka T and Noda M. 2014. Detection and genetic characterization of human enteric viruses in oyster-associated gastroenteritis outbreaks between 2001 and 2012 in Osaka City, Japan. J Med Virol 86, 2019-2025. <https://doi.org/10.1002/jmv.23883>.
- Jeong YG, Seo TR, Jung HJ, Kim BK and Cho YJ. 2017. Physicochemical quality evaluation of commercial oyster sauce, oyster steaming concentrate and oyster fermentation. J Kor Soc Fish Mar Edu 29, 1110-1116. <https://doi.org/10.13000/JFMSE.2017.29.4.1110>.
- 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. <http://doi.org/10.5657/KFAS.2013.0129>.
- Kang SI, Kim KH, Lee JK, Kim YJ, Park SJ, Kim MW, Choi BD, Kim DS and Kim JS. 2014. Comparison of the food quality of freshwater rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* cultured in different regions. Korean J Fish Aquat Sci 47, 103-113. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2014.0103>.
- Kang SI, Kim YJ, Lee JU, Park JH, Choi KS, Hwang JY, Heu MS and Kim JS. 2021. Development and characteristics of cheese-topped, semi-dried and seasoned broughton's ribbed ark *Scapharca broughtonii* with improved fish odor and texture. Korean J Fish Aquat Sci 54, 869-879. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2021.0869>.
- Kim JS and Heu MS. 2001. Preparation of instant powdered soup using canned oyster processing waste water and its characteristics. J Korean Fish Soc 34, 285-290.
- Kim JU, Park JH and Kang HS. 2019. Changing consumer intake of oyster, a twenties focus group study. J Kor Soc Fish Mar Edu 31, 1150-1160. <https://doi.org/10.13000/JFMSE.2019.8.31.4.1150>.
- Kim TJ and Surh JH. 2017. Effect of heated-kimchi addition on the physicochemical characteristics and antioxidant activity of gratin. J Korean Soc Food Sci Nutr 46, 1178-1185. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2017.46.10.1178>.
- Lee CY, Kim YY, Sohn SK, Lee SM, Oh SH and Kim JS. 2022. Process optimization for processing of oyster *Crassostrea gigas* gratin with cream sauce. Korean J Fish Aquat Sci 55, 102-110. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2022.0102>.
- Lee MA, Lee JK and Cha SM. 2008. Analysis on the consumer's attitude and purchase behavior of oysters. Korean J Food Cook Sci 24, 919-390.
- Lees D. 2000. Viruses and bivalve shellfish. Int J Food Microbiol 59, 81-116. [https://doi.org/10.1016/s0168-1605\(00\)00248-8](https://doi.org/10.1016/s0168-1605(00)00248-8).
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2021. Food Code. 8. Retrieved from <http://www.foodsafetykorea.go.kr/portal/SafeFoodlife/food/foodRvlv/foodRvlv.do> on Jan 20, 2022.
- Mike B. 2016. Human digestion a processing perspective. J Sci Food Agric 96, 2275-2283. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7601>.
- MOF (Ministry of Oceans and Fisheries). 2021. Major Statistics of Oceans and Fisheries. Retrieved from <https://www.fips.go.kr/p/S020304/> on Oct 12, 2021.
- Moon SK, Kang JY, Kim KD, Kim IS and Jeong BY. 2005. Lipid components of the cultured pearl oyster (*Pinctada fucata martensii*) in Korea. J Fish Sci Technol 8, 189-194. <https://doi.org/10.5657/fas.2005.8.4.189>.
- 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. Explanation on food composition table. In: 9th Revision Korean Food Composition Table. Kim HR, ed. RDA, Wanju, Korea.
- Research and Markets. 2020. Global \$156+ billion ready meals market to 2025. Knowledge Sourcing Intelligence Report. Retrieved from <https://www.globenewswire.com/news-release/2020/12/02/2138109/28124/en/Global-156-Billion-Ready-Meals-Market-to-2025.html> on Mar 10, 2022.
- Shin MK, Oh HH and Hwang KT. 2006. Contents and fatty acid compositions in fats extracted from ice creams and ice cream-related products. J Korean Soc Food Sci Nutr 35, 721-728. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2006.35.6.721>.
- Shin SB, Oh EG, Lee HJ, Kim YK, Lee TS and Kim JH. 2014. Norovirus quantification in oysters *Crassostrea gigas* collected from Tongyeong. Korean J Fish Aquat Sci 47, 501-507. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2014.0501>.
- The Korean Nutrition Society. 2015. Dietary Reference Intakes for Koreans 2015. Ministry of Health Welfare, Sejong, Korea, 157-218.
- The Korean Nutrition Society. 2020. Dietary Reference Intakes for Koreans. The Korean Nutrition Society, Seoul, Korea, 11-12.
- Wang J and Deng Z. 2016. Detection and forecasting of oyster norovirus outbreaks: recent advances and future perspective. Mar Environ Res 80, 62-69. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marenvres.2012.06.011>.
- 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>.
- Yamaura K, Takahashi KG and Suzuki T. 2008. Identification and tissue expression analysis of C-type lectin and galectin in the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*. Comp Biochem Physiol B Biochem Mol Biol 149, 168-175. <https://doi.org/10.1016/j.cbpb.2007.09.004>.
- Yuasa M, Kawabeta K, Eguchi A, Abe H, Yamashita E, Koba K and Tominaga M. 2018. Characterization of taste and micronutrient content of rock oysters (*Crassostrea nippona*) and Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) in Japan. Int J Gastron Food Sci 13, 52-57. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2018.06.001>.