

## 동결성형이 명태(*Theragra chalcogramma*) 연육스낵의 품질 특성에 미치는 영향

채지연 · 정충은 · 김성희 · 문소현 · 김선봉 · 김영목 · 윤민석<sup>1</sup> · 김진수<sup>2</sup> · 이정석<sup>3</sup> · 하성권<sup>4</sup> · 권수정<sup>4</sup> · 양지나<sup>4</sup> · 조승목\*

부경대학교 식품공학과/식품연구소, <sup>1</sup>한국식품연구원, <sup>2</sup>경상대학교 해양식품생명의학과/해양산업연구소, <sup>3</sup>경상대학교 수산식품산업화 기술지원센터, <sup>4</sup>(주)선해에프앤에스

## Effects of Freeze Molding on the Quality Characteristics of Alaska Pollock *Theragra chalcogramma* Surimi Snacks

Jiyeon Chae, Chung-eun Jeong, Seonghui Kim, Sohyun Mun, Seon-Bong Kim, Young-Mog Kim, Minseok Yoon<sup>1</sup>, Jin-Soo Kim<sup>2</sup>, Jung-Suck Lee<sup>3</sup>, Sung-Kwon Ha<sup>4</sup>, Sujeong Kwon<sup>4</sup>, Jina Yang<sup>4</sup> and Suengmok Cho\*

Department of Food Science and Technology/Institute of Food Science, Pukyong National University, Busan 48513, Korea

<sup>1</sup>Korea Food Research Institute, Wanju 55365, Korea

<sup>2</sup>Department of Seafood and Aquaculture Science/Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea

<sup>3</sup>Research Center for Industrial Development of Seafood, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea

<sup>4</sup>Sunhae F&S Co., Ltd., Yeosu 59779, Korea

In the industrial production of fish snacks using frozen surimi, molding the surimi mixture requires an expensive automated machine. This study investigated the efficacy of freeze molding without machinery molding in the production of Alaska pollock *Theragra chalcogramma* surimi snacks. At 90 minutes after deep freezing at -80°C, the cutting ease and shape retention of the surimi mixture were superior. The freezing-molded surimi snack had a higher TVB-N (total volatile basic nitrogen) level (3.59 mg/100 g) than that (1.50 mg/100 g) of the normally molded surimi snack. Freezing did not affect the microstructure of the surimi snack or its hardness, which is an important physical property of snack products. The freezing-molded and normally molded snacks did not differ significantly in terms of color or appearance, or in any other aspect of the sensory evaluation. Our findings demonstrate that freeze molding does not induce changes in the quality of surimi snacks. Therefore, molding by freezing treatment could be used to produce surimi snacks at small- and mid-sized seafood companies.

Key words: Fish snack, Surimi snack, Freeze molding, Quality, Microstructure

### 서 론

생선연육(fish meat paste 또는 surimi)은 어묵, 게맛살 등의 수산 연제품의 주원료로 사용되고 있는데, 일반적으로 생선연육은 두부 및 내장 제거, 채육, 세척, 탈수, 분쇄 및 동결변성방지제 첨가를 통해 제조된다(Park and Morrissey, 2000; Kim et al., 2013). 제조된 생선연육은 품질향상을 위해 급속동결처리하여

냉동연육 형태로 유통되고 있다(Okazaki and Kimura, 2014). 다양한 어종이 생선연육의 원료로 이용되며, 국내에서는 명태와 실꼬리돔 연육이 가장 널리 사용되고 있다. 일반적으로 알래스카산 명태 연육은 다른 어종의 연육에 비해 고가이며, 수산 연제품의 원료로서 품질 특성이 우수한 것으로 잘 알려져 있다(Reed and Park, 2010). 명태 연육은 겔강도가 뛰어나 수산 가공식품 제조 시 탄력에 높은 영향을 주며, 고품질의 백색도

\*Corresponding author: Tel: +82. 51. 629. 5833 Fax: +82. 51. 629. 5824

E-mail address: scho@pknu.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.2019.0445>

Korean J Fish Aquat Sci 52(5), 445-451, October 2019

Received 19 July 2019; Revised 23 August 2019; Accepted 25 September 2019

저자 직위: 채지연(대학원생), 정충은(대학원생), 김성희(대학원생), 문소현(대학원생), 김선봉(교수), 김영목(교수), 윤민석(연구원), 김진수(교수), 이정석(교수), 하성권(공장장), 권수정(연구원), 양지나(연구원), 조승목(교수)

를 가져 게맛살 및 고급 어묵제품들에 주로 사용된다(Martín-Sánchez et al., 2009). 최근 국내 및 동남아시아에서 냉동연육을 원료로 한 스낵(fish snack 또는 surimi snack)이 다양하게 개발되어 판매되고 있으며, 연육을 이용한 스낵의 품질 특성 조사 및 제조공정 개발을 위한 연구도 이루어지고 있다(Nurul et al., 2009; Omar et al., 2017; Nawaz et al., 2019). 연육스낵은 대부분 베트남산 실꼬리돔 또는 잡어 연육을 원료로 제조되는데, 명태 연육은 가격이 높아 거의 이용되고 있지 않은 실정이다. 국내에서 출시된 연육스낵과 태국, 베트남 등 동남아시아에서 출시된 연육스낵은 상호간의 수출입이 활발하게 이루어지고 있을 만큼 연육스낵 시장은 아시아를 중심으로 성장하는 추세이다.

연육스낵의 가공공정은 일반적으로 2단계로 구분할 수 있다. 냉동연육을 해동하여 부원료를 첨가한 후 원형 등의 특정 형태로 성형하고 건조하는 공정과 건조한 중간단계의 반제품을 오븐에 굽거나 또는 유탕처리하여 최종제품을 생산하는 공정이 있다(Sampels, 2015; Omar et al., 2017). 특히, 성형공정은 일반적으로 자동화된 장치를 이용하는데 초기 설비비가 높고 공정 특성상 넓은 공간을 필요로 하는 단점을 가진다.

본 연구에서는 자동화 생산설비 없이 경제적인 연육스낵을 제조하기 위하여 특정 형태로 동결하여 절단하는 성형공정에 대한 연구를 수행하였다. 이를 통해 고가의 자동화된 성형기 없이도 경제적으로 연육스낵을 제조할 수 있을 것으로 기대된다. 하지만, 주원료로 사용되는 냉동연육 특성상 다시 동결처리를 할 경우 단백질 변성으로 인한 품질 변화 또는 저하가 일어날 수 있어 이에 대한 검증이 필요하다(Kong et al., 2013). 따라서, 본 연구에서는 연육스낵 제조 시 동결성형과 일반성형의 품질특성을 비교하기 위하여 일반성분, 휘발성 염기질소, 색도, 경도 및 관능평가를 실시하였으며, 주사전자현미경(scanning electron microscope, SEM)을 이용하여 연육스낵의 미세구조를 조사하였다. 이를 통하여 연육스낵 제조 시 동결성형 공정의 제조가능성을 확인하고자 하였다. 고품질 연육스낵을 제조하기 위해 원료로 명태 냉동연육을 사용하였으며, 연육의 등급은 어묵처럼 탄력성 있는 겔을 형성할 필요가 없는 스낵의 특성상 RA 제품을 사용하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

주원료인 명태(*Theragra chalcogramma*) 냉동연육은 알래스카산 RA등급이며, (주)블루션(Busan, Korea)에서 구입하여 사용하였다. 명태 냉동연육은 실험에 사용되는 동안 -80°C의 심온동결고(CLN-42U, Nihon Freezer Co., Japan)에서 보관되었다. 팜유와 베이킹파우더는 (주)오뚜기(Anyang, Korea)에서, 박력분과 설탕은 (주)CJ제일제당(Seoul, Korea)에서, 식염은 (주)사조해표(Seoul, Korea)에서, 옥수수전분은 (주)범아식품(Bucheon, Korea)에서 각각 구입하여 연육 스낵의 제조를 위한 부

원료 사용하였다. 이 외에 실험에 사용된 모든 시약 및 화학물질은 분석 등급을 사용하였다.

### 명태 연육스낵의 제조

명태 연육스낵은 동결성형 또는 일반성형 공정으로 구분되어 제조되었으며, 제조공정을 간략히 설명하면 우선 명태 냉동연육(57.5 g), 설탕(6 g), 박력분(2 g), 옥수수전분(1.5 g), 소금(1 g), 베이킹파우더(1 g), 황태가루(2.5 g), 정제수(28.5 g)를 일정 비율로 silent cutter (5 L, Goodprice Foodmachine Co., Korea)에 넣고 분쇄하면서 혼합하였다. 이때 명태 냉동연육을 먼저 5분간 분쇄하고 나머지 부원료를 3회에 걸쳐 나누어 첨가함으로써 효율적으로 균질화하였다. 성형공정에 있어서 일반성형은 실리콘 받침판 위에 원형 구멍(지름 3.5 cm)을 가진 3 mm 두께의 스테인리스 성형틀을 올려 놓은 후, 혼합된 원료를 주걱으로 발라서 성형하였다. 동결성형의 경우 혼합원료를 지름 3.5 cm의 low density polyethylene (LDPE) 재질의 튜브에 수작업을 통해 충전하였으며, -80°C의 심온동결고(CLN-42U, Nihon Freezer Co., Japan)에서 90분간 동결한 후 3 mm 두께로 절단하였다. 이 후 50°C로 조절된 열풍건조기(WFO-700, EYELA Co., Japan)에서 6시간 동안 건조시켰다. 건조된 원료를 180°C의 튀김기(BS-1820-DF, BSW Co., China)에서 약 40초간 유탕처리하여 연육스낵을 제조하였다.

### 일반성분

일반성분 분석은 식품공전에 제시되어 있는 방법에 따라, 수분함량은 상압가열건조법, 조단백질함량은 semimicro kjeldahl법, 조지방함량은 soxhlet법, 조회분함량은 건식회화법으로 각각 3회 반복 측정하였다(MFDS, 2019).

### 총 휘발성 염기질소

총 휘발성 염기질소(total volatile basic nitrogen, TVB-N)의 측정은 식품공전 상의 conway법을 일부 수정하여 3회 반복 실시하였다(MFDS, 2019). 시료를 분쇄하여 10 g을 칭량한 후, 증류수 50 mL를 첨가하여 30분간 교반하였다. 교반 후 원심분리기(1580R, LABOGENE Co., Korea)를 이용하여 1,107 g의 속도로 10분간 용액을 원심분리 하였다. 원심분리 후 얻어지는 상층액을 여과시킨 후 5% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 이용하여 pH 4.5로 보정하였다. 보정된 용액을 100 mL로 정용하고, 이를 sample 용액으로 이용하였다. Conway unit 내실에 0.01 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 mL, 양쪽 외실에 각각 sample 용액과 포화 K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>를 1 mL씩 첨가하였다. Conway unit을 클립으로 고정된 뒤 외실의 용액들을 만나게 하여 25°C에서 1시간 동안 반응시켰다. 반응이 끝난 다음 내실에 brunswick 시약을 한 방울 첨가한 후 0.01 N NaOH를 이용해 연 녹색이 될 때까지 적정하여 TVB-N 값을 산출하였다.

### 색도

시료에 대한 색도 분석은 색차계(SP60, Lovibond Co., UK)

를 이용하여 Hunter color인 L (명도), a (적색도) 및 b (황색도) 값으로 평가하였으며, 무작위로 선정된 5개의 snack 앞면을 측정할 값을 사용하였다.

**경도**

연육스낵의 경도(hardness) 측정은 rheometer (CR-100D, Sun Scientific Co., Ltd., Japan)을 이용하였으며, 측정 조건은 mode 20, load cell 2 kg, penetration speed 120 mm/min, plunger diameter 5 mm (No. 2)였다(Ramesh et al., 2018). 무작위로 선정된 40개의 연육스낵을 시료홀더에 올려 놓고 경도를 측정하였다.

**동결성형시 원료의 절단 특성**

동결성형된 스낵 혼합원료의 절단조건을 찾기 위해 -80°C의 심온동결고(CLN-42U, Nihon Freezer Co., Japan)에서 동결 후 30분, 60분, 90분, 120분, 150분까지 30분 간격으로 원료 온도, 절단 용이성 및 형태 유지도를 측정하였다. 혼합원료의 온도는 적외선온도계(GM-320, Wohnen Co., Korea)로 측정하였다. 절단 용이성은 slicer (V-SLICER VIOLI, Gefu Co., Germany)를 사용하여 성인 실험자가 쉽게 절단이 가능하면 +++로, 절단이 어려운 경우 --- 및 절단이 불가능할 경우는 NM (not measured)으로 나타내었다. 형태 유지도는 절단 후 형태를 온전히 유지하면 ++, 형태가 흐트러진 경우는 -- 및 원할한 절단이 불가능할 경우 NM으로 나타내었다. 한 명의 실험자가 절단시 동일한 힘을 주었으며, 육안을 통해 일관적으로 5회 반복하여 평가하였다.

**주사전자현미경**

연육스낵의 표면 미세구조를 관찰하기 위해 주사전자현미경(LV-SEM; JSM-6490LV, JEOL Ltd., Japan)을 이용하였다. 시료는 유지를 제거하기 위하여 90% petroleum ether에서 24시간 침지 후 완전히 건조하였다(Kawas and Moreira, 2001). 시료를 1×0.5 cm 자른 후 금으로 도금하여 전도성을 갖게 하였다. 주사전자현미경을 사용하여 가속전압 15 kV로 관측하였다.

**관능평가**

관능평가는 부경대학교 식품공학과 식품화학실험실 소속 22세에서 27세 사이의 훈련된 전문 패널 11인(남성 5명 및 여성 6명)을 구성하여 수행되었으며, 모든 패널은 맛에 친숙 되도록 1개월간 훈련되었다. 관능적 기호도의 척도가 되는 외관, 색도, 향, 맛 및 전반적인 기호성에 대하여 5단계 평점법(5, 아주 좋음; 4, 좋음; 3, 보통; 2, 싫음; 1, 아주 싫음)으로 평가하였다.

**통계처리**

측정된 값은 평균±표준편차로 표시하였으며, 유의차는 SPSS 프로그램(SPSS for windows 11.0, SPSS Inc., USA)을 이용하여 one-way ANOVA-test (Duncan's multiple range

test) 및 t-test로 검정하였다(P<0.05).

**결과 및 고찰**

**동결성형 연육스낵 혼합원료의 절단 특성**

동결성형 공정에서 동결처리 후 적절한 절단 시점을 알아보기 위하여 동결 혼합원료의 절단 특성을 알아보았다(Table 1). 동결 30분 후 혼합원료의 온도는 4°C로 측정되었으며, 절단 용이성과 형태 유지도는 동결이 충분히 이루어지지 않아 측정이 불가능하였다. 동결 60분 후 혼합원료의 온도는 0°C로 절단 용이성은 좋았으나, 절단되는 도중 형태를 유지하지 못하였다. 동결 90분 후 혼합원료의 온도는 -3°C로 절단 용이성도 뛰어나고, 절단 과정에서 형태를 온전히 유지하였다. 동결 120분 후에는 혼합원료의 온도가 -15°C까지 떨어졌는데, 절단 후 형태의 유지도는 우수하였으나 너무 단단히 동결되어 절단에 어려움이 있었다. 마지막으로 동결 150분 후에는 혼합원료의 온도가 -28°C로 절단 자체가 불가능하였다. 이러한 결과를 통해 재동결처리 시 -80°C의 조건에서 90분간 동결 후 절단하는 것이 생산 비용 및 가공 적성 측면에서 가장 우수한 것으로 판단되었다. 이러한 혼합원료의 절단 특성은 혼합원료의 수분함량 및 원료특성에 크게 영향을 받기 때문에 혼합원료의 조성이 변화된다면 최적 절단조건에 대한 재설정이 이루어져야 한다(Hong et al., 1996; Okamoto et al., 2005). 본 연구에서 제조된 동결성형 연육스낵은 90분간 동결 후 절단하는 조건을 적용하였다.

**일반성분**

동결성형 및 일반성형 연육스낵의 일반성분 조성을 Table 2에 나타내었다. 동결성형 및 일반성형 연육스낵의 수분 함량은 1.82% 및 2.94%, 조단백질 함량은 34.25% 및 32.54%, 조지방 함량은 12.91% 및 15.36%, 회분 함량은 5.30% 및 5.13%로 나타났다. 조지방의 경우 동결성형 연육스낵이 일반성형 연육스낵에 비해 약 2.4% 정도 높은 함량을 나타내었다. 동일한 원료 배합비를 가지고 있음에도 불구하고 이러한 결과가 나타난 것은 동결성형시 혼합원료를 충전하는 과정에서 기포가 형성되어 유통 과정에서 상대적으로 더 많은 기름이 스낵 내로 침투하였

Table 1. Effects of freezing time on cutting properties of the Alaska pollock *Theragra chalcogramma* surimi mixture

Parameters	Freezing time (min)				
	30	60	90	120	150
Temperature (°C)	4	0	-3	-15	-28
Ease of cutting	NM	++	+++	-	NM
Retention of shape	NM	+	+++	++	NM

The Alaska pollock surimi mixture was frozen at deep freezer (-80°C). Evaluation scale: '- - -' (very poor) to '+++ (very good). NM, not measured.

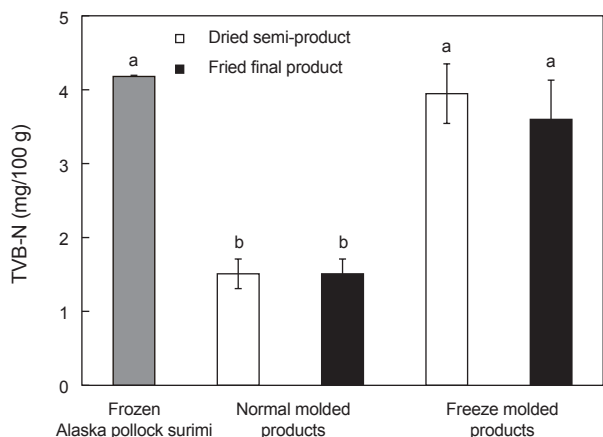


Fig. 1. Total volatile basic nitrogen (TVB-N) contents of freeze molded and normal molded Alaska pollock *Theragra chalcogramma* surimi snacks. The different letters mean significantly different ( $P<0.05$ ).

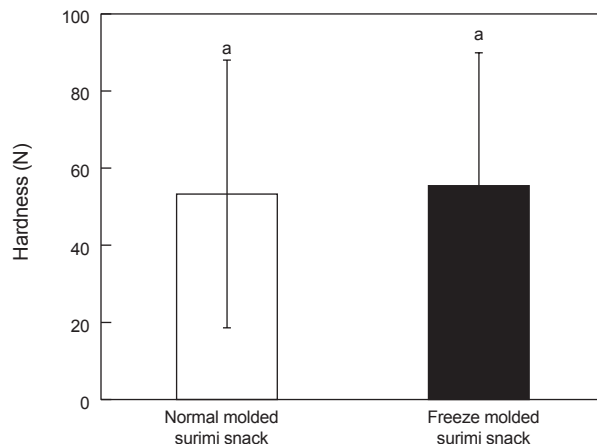


Fig. 2. Hardness of freeze molded and normal molded Alaska pollock *Theragra chalcogramma* surimi snacks. The different letters mean significantly different ( $P<0.05$ ).

기 때문에 판단된다(Nurul et al., 2009; P; Noorakmar et al., 2012). 이러한 조지방 함량의 차이가 두 연육 스낵 간의 일반성분 조성의 차이에 영향을 미친 것으로 사료된다. 수분 함량은 일반적으로 스낵의 바삭함 같은 조직감과 매우 밀접하게 관련되어 있다(Srisawas and Jindal, 2003). 특히 칩 형태 스낵의 경우 낮은 수분 함량과 바삭함을 관련 지어 제조공정 최적화에 대한 연구가 진행되어 있다(Sobukola et al., 2010). 동결성형 연육스낵의 수분 함량은 일반성형 연육스낵에 비해 1.12% 높게 나타났다. 유당 스낵의 경우, 일반적으로 지방 함량이 높을수록 수분 함량은 낮아지는 경향이 나타나는데(Debnath et al., 2003), 본 연구에서는 이와는 상반된 결과를 보였다. 동결성형의 경우 일반성형과 달리 동결된 상태에서 열풍건조 되었는데, 이러한 차이가 두 그룹간의 유당 후 수분 함량의 차이에 영향을 미쳤을 것으로 사료된다. Debnath et al. (2003)은 유당 전 건조 조건의 차이가 스낵의 수분함량에 큰 영향을 준다는 것을 보고하였다. Mazumder et al. (2007)의 연구에 따르면, 스낵의 수분 함량이 4.5%까지는 바삭함이 유지되지만 그 이상으로 수분 함량이 증가할 경우 관능적으로 바삭함이 감소되는 경향을 나타낸다. 따라서, 본 연구에서 일반성형 및 동결성형 연육스낵 모두 수분 함량이 3% 이하로 낮아 바삭한 식감을 가질 수 있는 조건을 가지는 것으로 나타났다(Mazumder et al., 2007).

### 총 휘발성 염기질소(TVB-N)

TVB-N은 신선한 원료에는 없거나 미량 함유되어 있는 성분으로 선도 저하에 따라 생성되어 증가하는데, 이러한 특성으로 인해 어패류의 선도판정에 주요한 지표로 널리 이용되고 있다(Lee et al., 2016). 동결성형 및 일반성형 연육스낵의 건조 반제품 및 유당 완제품의 TVB-N 값을 분석하였으며, 주원료인 명태 냉동연육과 비교하였다. 일반성형 연육스낵의 건조 반제품과 유당 완제품의 TVB-N 값은 각각 1.50 mg/100 g 및 1.50 mg/100 g으로 원료인 명태 냉동연육의 TVB-N 값 4.17 mg/100 g에 비해 낮게 나타났다(Fig. 1). 이는 스낵을 제조하기 위해 첨가되는 전분 등의 부원료에 의한 희석 효과 때문으로 사료된다(Hwang et al., 2015). 동결성형 연육스낵의 건조 반제품 및 유당 완제품의 TVB-N 값은 각각 3.94 mg/100 g 및 3.59 mg/100 g으로 명태 냉동연육 보다는 다소 낮았지만 일반성형군에 비해서는 높게 나타났다. TVB-N에 의한 어류의 품질 평가시 일반적으로 5-10 mg/100 g은 극히 신선한 어육, 15-25 mg/100 g은 보통 선도의 어육, 30-40 mg/100 g은 부패 초기의 어육 및 50 mg/100 g 이상인 경우 부패 정도가 심한 어육으로 판정한다(Song et al., 2005). 따라서, 동결성형 연육스낵의 TVB-N 함량은 극히 신선한 어육의 기준에 부합되는 것으로 동결처리하는 명태 냉동연육을 이용한 스낵의 선도에 부정적인 영향을 주지 않는 것으로 판단된다.

Table 2. Proximate composition of freeze molded and normal molded Alaska pollock *Theragra chalcogramma* surimi snacks

Sample	Proximate composition (%)			
	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Crude ash
Normal molded surimi snack	1.82±0.02 <sup>b</sup>	34.25±0.24 <sup>a</sup>	12.91±0.07 <sup>b</sup>	5.30±0.02 <sup>a</sup>
Freeze molded surimi snack	2.94±0.02 <sup>a</sup>	32.54±0.14 <sup>b</sup>	15.36±0.28 <sup>a</sup>	5.13±0.01 <sup>b</sup>

The different letters mean significantly different ( $P<0.05$ ).



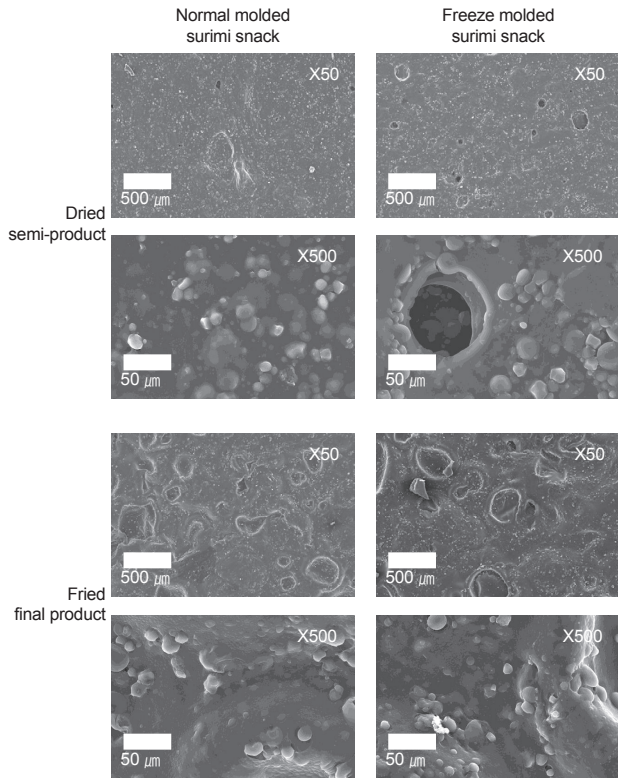


Fig. 3. Scanning electron microscope (SEM) images of dried semi-product and fried final product for freeze molded and normal molded Alaska pollock *Theragra chalcogramma* surimi snacks.

색도

색도는 스낵 제품의 시각적 기호도와 밀접하게 관련되어 있기 때문에 스낵의 중요한 품질 속성 중 하나이다(Ahza et al., 2015). 동결성형 및 일반성형 연육스낵의 색도 값과 실제 이미지를 Table 3에 나타내었다. 일반성형 연육스낵의 L(명도), a(적색도) 및 b(황색도)는 각각 68.38, 11.94 및 33.83이었고, 동결성형 연육스낵은 각각 69.81, 11.27 및 33.26이었다. 두 스낵 간 명도, 적색도 및 황색도의 유의적인 차이는 없었으며, 실제 이미지에서도 육안으로 그 차이를 구분할 수 없었다.

경도 및 미세구조

경도는 바삭함(crispiness)과 밀접하게 관련된 스낵 제품의 가장 중요한 물리적 특성이다(Ramesh et al., 2018). 일반성형 및 동결성형 연육스낵의 경도는 각각 53.3 및 55.5 N으로 통계적으로 유의적인 차이가 나타나지 않았다(Fig. 2). 이러한 결과를 통해 동결처리가 냉동연육을 이용한 연육스낵의 조직감에 유의적인 영향을 미치지 않는다는 것을 확인할 수 있었다. Kong et al. (2013)에 따르면 명태 연육은 재동결처리 과정에서 단백질 변성으로 인해 질강도와 같은 물리적 특성에 대한 품질저하가 일어난다. 하지만, 연육을 건조하여 유통시키는 스낵의 경우

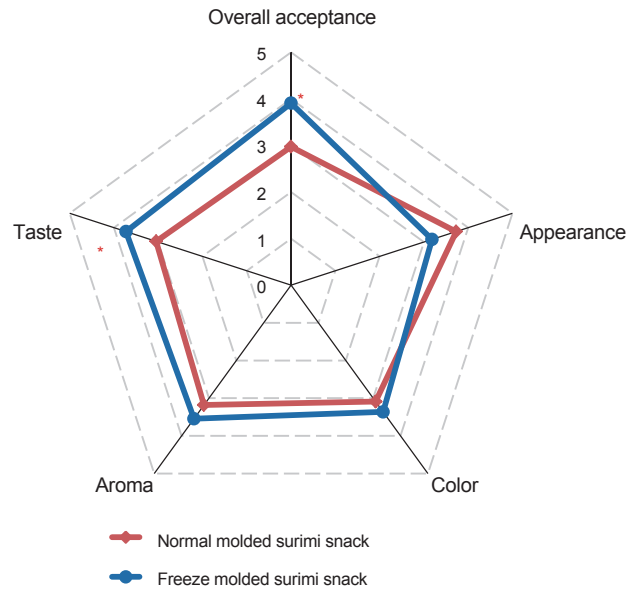


Fig. 4. Sensory evaluation of freeze molded and normal molded Alaska pollock *Theragra chalcogramma* surimi snacks. Evaluation scale, 1 (very poor) to 5 (very good). The asterisks mean significantly different ( $P<0.05$ ).

어묵 제조에서 형성되는 전형적인 겔을 형성하지 않기 때문에 이러한 동결처리가 스낵의 물리적 특성에는 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

식품의 미세구조는 조직감과 밀접한 관련이 있다(Ahza et al.,

Table 3. Hunter color values and appearance images of freeze molded and normal molded Alaska pollock *Theragra chalcogramma* surimi snacks

Parameter	Sample	
	Normal molded surimi snack	Freeze molded surimi snack
L	68.38±2.46 <sup>a</sup>	69.81±1.20 <sup>a</sup>
a	11.94±1.66 <sup>a</sup>	11.27±0.96 <sup>a</sup>
b	33.83±1.36 <sup>a</sup>	33.26±1.31 <sup>a</sup>



The different letters mean significantly different ( $P<0.05$ ). L, lightness; a, red/green value; b, blue/yellow value.

2015). 일반성형 및 동결성형 연육스낵의 미세구조( $\times 50$  및  $\times 500$ )를 주사전자현미경으로 관찰하였다(Fig.3). 건조 반제품 표면의 경우, 동결성형군에서 일반성형군에 비해 구멍이 더 생성되었음을 확인할 수 있었다. 이는 동결성형시 수작업을 통한 혼합원료의 충전 과정에서 생성된 기포로 판단된다(Shiner and Brounstein, 1961). 기포에 대한 두 스낵 간의 물리적품질 특성의 유의적인 차이가 없어 기포의 생성이 품질에 영향을 미칠 수 있는 수준은 아닌 것을 알 수 있었다. 이러한 기포들은 유당 후 지방 함량 및 기호성 증대에 기여했을 것으로 사료되며, 유당완제품에서는 관찰되지 않았다. 유당 완제품의 미세구조는 건조 반제품과 비교시 유당 후 일반성형 및 동결성형 연육스낵간의 미세구조는 유의적인 차이는 관찰되지 않았다. 따라서 경도와 미세구조의 실험결과를 통하여 동결처리가 연육스낵의 물리적인 특성에 유의적인 영향을 주지 않는 것을 확인할 수 있었다.

### 관능검사

일반성형 및 동결성형 연육스낵에 대한 관능검사(5점 평점법) 결과를 Fig. 4에 나타내었다. 일반성형 및 동결성형 연육스낵의 외관(appearance)에 대한 기호도는 각각 3.73 및 3.18으로 일반성형군이 다소 높게 나타났지만 유의적인 차이는 없었다. 색(color)의 경우 일반성형군과 동결성형군이 각각 3.09 및 3.36으로 차이가 나타나지 않았는데, 이는 Table 3의 색도 및 실제 이미지와 동일한 결과로 사료된다. 동결성형 연육스낵은 맛(taste)에 대한 기호도가 3.73으로 일반성형군 3.05에 비해 유의적으로 높게 나타났다. 이는 동결성형 연육스낵이 일반성형 연육스낵에 비해 상대적으로 높은 지방 함량을 가지고 있기 때문으로 사료된다(Cha and Kim, 2009). 이러한 맛에 대한 기호도 차이로 인해 종합적인 기호도 역시 동결성형군이 일반성형군에 비해 유의적으로 높게 나타났다. 이러한 결과를 통해 알래스카산 명태 냉동연육을 이용한 스낵의 관능적 품질 특성에 동결처리가 부정적인 영향을 끼치지 않는다는 것을 알 수 있었다.

### 사 사

이 논문은 2019년 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(해역별 특성을 고려한 전통 수산가공식품 개발 및 상품화).

### References

- Ahza AB, Fidiana TI and Suryatman S. 2015. Physical, sensorial and chemical characteristics of simulated chips of cassava (*Manihot esculenta* Crantz): Rice (*Oryza sativa* L.) mix. *Procedia Food Sci* 3, 82-95. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2015.01.008>.
- Cha MH and Kim YK. 2009. Elementary students' perception and behaviors relating to trans fatty acid. *Korean J Food Cook Sci* 25, 357-364.
- Debnath S, Bhat KK and Rastogi NK. 2003. Effect of pre-drying on kinetics of moisture loss and oil uptake during deep fat frying of chickpea flour-based snack food. *LWT* 36, 91-98. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(02\)00186-X](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(02)00186-X).
- Hong SP, Yang SY, Lee NH and Kim DS. 1996. Cryo-grinding characteristics of frozen fish meat at different temperature. *Korean J Fish Aquat Sci* 29, 578-585.
- 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. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2015.0833>.
- Kawas ML and Moreira RG. 2001. Characterization of product quality attributes of tortilla chips during the frying process. *J Food Eng* 47, 97-107. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(00\)00104-7](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00104-7).
- Kim KBWR, Jeong DH, Pak WM, Kim BR, Kang JE, Park HM and Ahn DH. 2013. Effects of surimi and starch on the quality properties of mackerel *Scomber japonicus* sausage. *Korean J Fish Aquat Sci* 46, 739-745. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2013.0739>.
- Kong B, Guo Y, Xia X, Liu Q, Li Y and Chen H. 2013. Cryo-protectants reduce protein oxidation and structure deterioration induced by freeze-thaw cycles in common carp (*Cyprinus carpio*) surimi. *Food Biophys* 8, 104-111. <https://doi.org/10.1007/s11483-012-9281-0>.
- Lee HW, Choi YJ, Hwang IM, Hong SW and Lee MA. 2016. Relationship between chemical characteristics and bacterial community of a Korean salted-fermented anchovy sauce, Myeolchi-Aekjeot. *LWT-Food Sci Technol* 73, 251-258. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.06.007>.
- Martín-Sánchez AM, Navarro C, Pérez-Álvarez JA and Kuri V. 2009. Alternatives for efficient and sustainable production of surimi: A review. *Compr Rev Food Sci F* 8, 359-374. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2009.00087.x>.
- Mazumder P, Roopa BS and Bhattacharya S. 2007. Textural attributes of a model snack food at different moisture contents. *J Food Eng* 79, 511-516. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.02.011>.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2019. Korean food standards codex. In: VBN. Retrieved from [http://www.food-safetykorea.go.kr/foodcode/01\\_03.jsp?idx=11142](http://www.food-safetykorea.go.kr/foodcode/01_03.jsp?idx=11142) on Jun 18, 2019.
- Nawaz A, Xiong Z, Li Q, Xiong H, Irshad S, Chen L and Reagenstein JM. 2019. Evaluation of physico-chemical, textural and sensory quality characteristics of red fish meat based fried snacks. *J Sci Food Agric* 99, 5771-5777. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9845>.
- Noorakmar AW, Cheow CS, Norizzah, AR, Zahid AM and Ruzaaina I. 2012. Effect of orange sweet potato (*Ipomoea batatas*) flour on the physical properties of fried extruded fish crackers. *Int Food Res J* 19, 657.

- Nurul H, Boni I and Noryati I. 2009. The effect of different ratios of Dory fish to tapioca flour on the linear expansion, oil absorption, colour and hardness of fish crackers. *Int Food Res J* 16, 159-165.
- Okamoto K, Hagura Y and Suzuki K. 2005. Estimation of cryo-cutting conditions for frozen surimi gel using DSC. *Food Sci Technol Res* 11, 236-239. <https://doi.org/10.3136/fstr.11.236>.
- Okazaki E and Kimura I. 2014. Frozen surimi and surimi-based products. In: *Seafood processing technology, quality and safety*, Boziaris S, ed. John Wiley & Sons, New Jersey, NJ, U.S.A., 209-235.
- Omar SAS, Ahmad MI, Jamaludin, MH, Karim SSA and Rasat MSM. 2017. Development of small scale mould stick machine for fish cracker production. *J Trop Resour Sustain Sci* 5, 134-139.
- Park JW and Morrissey MT. 2000. Manufacturing of surimi from light muscle fish. In: *surimi and surimi seafood*, Park JW, ed. Marcel Dekker, Inc., New York, NY, U.S.A., 23-58.
- Ramesh R, Shakila RJ, Sivaraman B, Ganesan P and Velayutham P. 2018. Optimization of the gelatinization conditions to improve the expansion and crispiness of fish crackers using RSM. *LWT-Food Sci Technol* 89, 248-254. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.10.045>.
- Reed ZH and Park JW. 2010. Quantification of Alaska pollock surimi in prepared crabstick by competitive ELISA using a myosin light chain 1 specific peptide. *Food Chem* 123, 196-201. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.04.014>.
- Sampels S. 2015. The effects of processing technologies and preparation on the final quality of fish products. *Trends Food Sci Tech* 44, 131-146. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.04.003>.
- Shiner EA and Brounstein CJ. 1961. Patent No. 2,999,756. Patent and Trademark Office, Washington DC, U.S.A.
- Sobukola OP, Awonorin SO, Oladimeji SL and Olukayode BF. 2010. Optimization of pre-fry drying of yam slices using response surface methodology. *J Food Process Eng* 33, 626-648. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4530.2008.00293.x>.
- Song HN, Lee DG, Han SW, Yoon HK and Hwang IK. 2005. Quality changes of salted and semi-dried mackerel fillets by UV treatment during refrigerated storage. *Korean J Food Cook Sci* 21, 662-668.
- Spinelli J and Koury BJ. 1981. Some new observations on the pathways of formation of dimethylamine in fish muscle and liver. *J Agric Food Chem* 29, 327-331. <https://doi.org/10.1021/jf00104a027>.
- Srisawas W and Jindal VK. 2003. Acoustic testing of snack food crispness using neural networks. *J Texture Stud* 34, 401-420. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2003.tb01072.x>.