

## 연어(*Oncorhynchus keta*) 프레임육을 활용한 어묵의 개발

차장우 · 윤인성<sup>1,2</sup> · 박선영<sup>1,2</sup> · 강상인<sup>1,2</sup> · 이정석<sup>2</sup> · 허민수<sup>2,3</sup> · 김진수<sup>1,2\*</sup>

덕화푸드 기업부설연구소, <sup>1</sup>경상대학교 해양식품생명의학과/해양산업연구소, <sup>2</sup>경상대학교 수산식품산업화 기술지원센터, <sup>3</sup>경상대학교 식품영양학과

## Development of Fish Cake Using Salmon *Oncorhynchus keta* Frame Muscle

Jang Woo Cha, In Seong Yoon<sup>1,2</sup>, Sun Young Park<sup>1,2</sup>, Sang In Kang<sup>1,2</sup>, Jung Suck Lee<sup>2</sup>, Min Soo Heu<sup>2,3</sup> and Jin-Soo Kim<sup>1,2\*</sup>

Research and Development Institute, Deok-Hwa Food, Busan 49277, Korea

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

<sup>2</sup>Research Center for Industrial Development of Seafood, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea

<sup>3</sup>Department of Food and Nutrition, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

This study aimed amount optimization of salmon *Oncorhynchus keta* mince (SM), threadfin bream *Nemipterus virgatus* surimi (TBS), natural tomato (NTC) and paprika colorants (PC) for preparation of fish cake using molding device and response surface methodology (RSM). The results of the RSM program for processing of fish cake indicated that the amount optimization of independent variables based on the dependent variables ( $Y_1$ , gel strength;  $Y_2$ , overall acceptance) for high-quality FC were 263.8 g for SM, 88.5 g for TBS, 0.11 g for NTC and 0.20 g for PC. Hunter redness and overall acceptance of fish (salmon) cake, which was prepared under the optimum amounts, were 13.82 and 8.33 score, respectively. The fish (salmon) cake was superior in sensory overall acceptance to commercial fish cake.

Keywords: Salmon, Frame muscle, Fish cake, Salmon by-product, Salmon frame

### 서론

연제품은 일반적으로 동결 연육(frozen surimi)에 소량의 소금을 넣고서 고기같은 육에 향미목적의 첨가물을 첨가하고, 가열하여 겔화한 제품이다(Park and Morrissey, 2000). 연제품의 제조 원료로 사용되고 있는 연육은 일부의 생육을 제외하고는 대부분이 미국, 중국, 태국, 베트남 등에서 동결된 상태로 수입되고 있고, 그 가격도 등급에 따라 차이가 있지만 국내 어가를 고려하는 경우 국내에서 제조하는 것에 비하여 아주 저렴하다. 이로 인하여 국내에서 연육 생산은 일부의 갈치 및 조기 치어를 제외하고는 어렵고, 이들 어류 또한 자원이 없어 어려움이 있다.

한편, 연어는 다른 식품소재와는 달리 carnosine 및 anserine (Boldyrev and Severin, 1990)의 단백질관련 물질 등과 같은 유용성분을 다량 함유하고 있어 영양 및 건강 기능적으로 우수한 수산물이다. 이로 인하여 연어류는 서구권은 물론이고 우리나라에서도 훈제품, 횡감, 스테이크 및 통조림 등과 같이 다양하게

가공되어 즐겨먹는 아주 고급/고가의 어종이면서 선호어종이다. 이들 연어류를 활용하여 여러 가지 수산가공품의 제조 시에는 두부, 겔질, 프레임(frame, 필렛 제조 시에 발생하는 두 편의 육편 이외에 중골 부위) (Groot and Margolis, 1991; Liaset et al., 2002; Liaset et al., 2003), 내장 등과 같은 수산가공 부산물이 다량 발생하고 있고(Ferraro et al., 2010; Rohan et al., 2006; Roblet et al., 2016; Stevens et al., 2018). 이들 연어 가공 중 발생하는 부산물 중 프레임은 다른 어류 근육과 같이 단백질을 다량 함유하고 있어, 육을 분리하여 단백질의 특성을 주로 이용하는 어묵과 같은 수산가공품 등에 이용하는 경우 고급이미지의 중량제가 될 수 있다. 하지만, 연어 프레임을 위시한 연어류 가공부산물의 대부분은 폐기되어 환경오염의 주원인 물질이 되거나, 사료 등과 같이 비효율적으로 이용되고 있다. 이러한 일면에서 연어류 프레임육을 어묵 등과 같은 수산가공 재자원으로의 이용은 연어류 자원의 효율적 이용과 동시에 환경오염원의 근원적 제거라는 측면에서 상당히 의미가 있다.

\*Corresponding author: Tel: +82. 55. 772. 9146 Fax: +82. 55. 772. 9140

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.2020.0147>

Korean J Fish Aquat Sci 53(2), 147-155, April 2020

Received 10 June 2019; Revised 19 July 2019; Accepted 12 December 2019

저자 직위: 차장우(연구원), 윤인성(대학원생), 박선영(대학원생), 강상인(대학원생), 이정석(연구교수), 허민수(교수), 김진수(교수)

한편, 국내에서 어묵의 제조에 관한 연구는 넙치 어묵(Heu et al., 2010), 스푸리리나 분말 첨가 어묵(Choi, 2017), 도루묵 어묵(Kim et al., 2014) 등과 같이 다양하게 있으나 연어 소재 어묵에 관한 것의 경우 찾아보기 어렵다. 하지만, 국외에서 어묵에 제조에 관한 연구는 다양하게 이루어져 있고(Liaset et al., 2002, 2003; Lerfall et al., 2016; Roblet et al., 2016), 연어 어묵의 중간 소재인 연어 연육의 점성(Bouraoui et al., 1997), 겔형성능(Saeki et al., 1995; Wan et al., 1995) 등에 관한 것이 있다. 하지만, 이들 연어 어묵에 관한 연구는 산업화가 되지 못하고 있는데, 이는 연어의 가격이 너무 고가이어서 산업성이 낮기 때문이다. 이러한 일면에서 연어 가공 주소재에 비하여 가격이 상당히 낮은 연어 가공 부산물을 활용하여 어묵을 제조한다면 산업화를 할 수도 있으리라 판단된다.

본 연구에서는 연어 가공부산물인 프레임육의 고도 이용을 위한 일련의 연구로 연어 프레임육을 활용한 연어 어묵의 배합과 색 발현 공정과 같은 연어 어묵 가공공정 최적화를 시도하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

연어(*Oncorhynchus keta*) 프레임육(salmon frame muscle, 연어 가공 중 필레 처리하고 남은 중골부위로부터 분리한 육)은 부산광역시소재 W수산으로부터 구입하여 사용하였고, 실꼬리돔(*Nemipterus virgatus*) 연육(FA등급)은 경상북도 포항시 소재 H사로부터 구입하여 사용하였다.

연어 프레임육 어묵의 색 개선을 위하여 사용한 색소 중 천연 색소는 파프리카 색소, 치자 색소, 홍국 색소와 토마토 색소를, 인공색소는 노란색소 및 적색색소를 사용하였고, 이 중 수용성 파프리카 색소, 치자 색소, 홍국 색소와 인공색소인 노란색소 및 적색색소는 E식품원료에서, 수용성 토마토 색소는 경상북도 포항시 소재 H사로부터 각각 구입하여 사용하였다.

연어 프레임육 어묵의 제조를 위한 기타부원료 중 소금(Daesang Co., Seoul, Korea), 당근, 파, 미림(Lotte Chilsung Beverage Co., Seoul, Korea), 설탕(CJ Cheiljedang Co., Seoul, Korea), Saccharin (JMC CO., Ulsan, Korea), 감자전분(CJ Freshway Co., Seoul, Korea), MSG (Daesang Co., Seoul, Korea), 대두유(CJ Cheiljedang Co., Seoul, Korea) 등은 경상남도 통영시 소재 대형소비마트에서, 자일로스, 중합인산염(포리믹스-CS), 소브산갈륨, 글루코노델타락톤(glucono- $\delta$ -lactone), 탄산칼슘 등은 모두 ES식품원료에서 구매하여 사용하였다.

연어프레임육 어묵의 최적화 및 조직감 비교를 위하여 사용한 시판 어묵은 타원형의 긴 어묵 제품인 S어묵(C사, 연육첨가 비율 62%)과 B어묵(D사, 연육첨가 비율 65%)과 같은 2종을 사용하였고, 이들의 경우 경상남도 통영시 소재 대형소비마트에서 구매하여 사용하였다.

### 연어 프레임육 어묵의 제조

연어 프레임육 어묵은 겔부위(실꼬리돔연육과 기타 첨가물로 제조)와 속부위(실꼬리돔연육과 연어 민스와 기타 첨가물로 제조)와 같이 2중으로 성형시켜 제조하였다. 이 때 연어 민스는 동결 연어 프레임육을 반해동하고, 구멍의 직경이 0.3 mm인 plate 가 장착된 초퍼(chopper, M-12S, Hankook Fjeee Industries Co., Ltd., Hwaseong, Korea)로 2회 연속 마쇄하고 수세(육 중량에 대하여 3배(v/w)의 얼음물을 사용하여 3회에 걸쳐 5분 간 실시)한 다음 원심탈수기(2,000 rpm, H-130C, Kokusan En-sinki Co., LTD., Tokyo, Japan)로 탈수(2분)하여 제조하였다.

연어 프레임육 어묵의 제조를 위한 배합물의 조성은 겔부위 부위용의 경우 해동 실꼬리돔연육 100 g과 밀가루 10 g, 감자전분 10 g, 소금 1.7 g, 자일로스 0.2 g, 중합인산염 0.2 g, 소브산갈륨 0.3 g, 글루코노델타락톤 0.3 g, 탄산칼슘 0.2 g, MSG 0.5 g, 사카린 0.03 g 및 정제수 52.1 g을, 속부위용 배합물의 경우 연어 민스 일정량(민스 함량 최적화의 경우 120.0-360.0 g 범위, 기타 실험의 경우 263.8 g)과 실꼬리돔연육 일정량(연육 함량 최적화의 경우 40.0-120.0 g 범위, 기타 실험의 경우 88.5 g)

Table 1. Ingredients for inner and outer parts of fish (salmon *Oncorhynchus keta*) cake

Outer part		Inner part	
Ingredient	g (%) <sup>1</sup>	Ingredient	g (%)
Frozen threadfin bream surimi	480.0 (192.0)	Salmon mince	120-360 (200-600)
Flour	48.0 (19.2)	Frozen threadfin bream surimi	40-120 (66.7-200)
Potato starch	48.0 (19.2)	Chopped carrot	4.0 (6.7)
Table salt	8.2 (3.3)	Chopped green onion	4.0 (6.7)
Xylose	0.96 (0.4)	Cooking wine	4.0 (6.7)
Polyphosphate	0.96 (0.4)	Sugar	3.2 (5.3)
Sodium sorbic acid	1.4 (0.6)	Table salt	3.2 (5.3)
Glucosyl- $\delta$ -lactone	1.4 (0.6)	MSG	2.4 (4.0)
Calcium carbonate	0.96 (0.4)	Potato starch	16.0 (26.7)
MSG	2.4 (1.0)	Paprika colorants	0.06-0.38 (0.1-0.6)
Saccharin	0.16 (0.1)	Tomato colorants	0.00-0.22 (0.0-0.4)
Ice water	250.0	Ice water	60.0

<sup>1</sup>Percentage (%) based on the ice water weight (g).

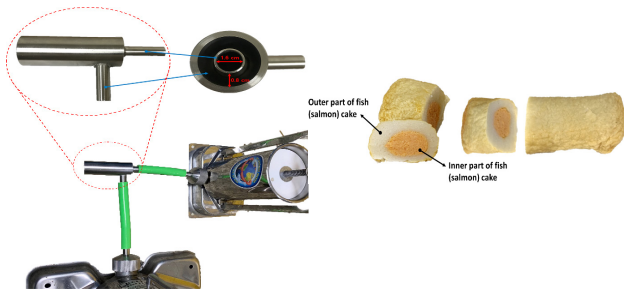


Fig 1. Photo of a device for molding and fish (*Oncorhynchus keta*) cake prepared by the molding device.

에 다진 당근 4.0 g, 다진 대파 4.0 g, 맛술 4.0 g, 설탕 3.2 g, 소금 3.2 g, MSG 2.4 g, 감자전분 16.0 g, 수용성 파프리카 색소 일정량(색 개선 조건 구멍의 경우 0.06-0.38 g, 기타 실험의 경우 0.21 g), 수용성 토마토 색소 일정량(색 개선 조건 최적화의 경우 0.00-0.22 g, 기타 실험의 경우 0.11 g), 얼음물 60.0 g을 각각 첨가(Table 1)하여 진공배합기(UMC 5, Stephan Machinery Inc., Hameln, Germany)에 넣고 5분간 혼합하여 각각 제조하였다. 이 때 연어 프레임육 어묵의 속부위와 겉부위의 배합비 최적화를 위하여도 자체 제작된 성형기[속부위 충전용 용기의 내경, 1.6 cm; 속부위 충전용 용기의 내경을 제외한 나머지 겉부위 충전용 용기(속부위가 비워져 있음)의 내경, 0.8 cm](Fig. 1)를 활용하여 연어 프레임육 어묵을 제조하여 검토하였다.

이어서 연어 프레임육 어묵은 위에서 제조한 속부위용과 겉부위용 배합물들을 성형기가 설치되어 있는 충전기(stuffer, The Sausage Maker Inc., New York, USA)에 각각의 부위에 동시에 넣고 길이 8.0±0.2 cm로 성형하였다. 이어서, 속부위와 겉부위로 구성된 성형물은 이단튀김(145±3°C에서 2.5분, 155±3°C에서 1.5분)하고, 10분간 냉각실에서 냉각하여 연어 프레임육 어묵을 제조하였다.

Table 2. Experimental range and level of independent variables (salmon *Oncorhynchus keta* mince and threadfin bream *Nemipterus virgatus* surimi) (paprika colorant and tomato colorant) in the central composite design for processing optimization of inner fish (salmon) cake

Independent	Symbol	Range and levels					
		-1.414	-1	0	+1	+1.414	
Surimi mixing condition	Salmon mince (g)	$X_1$	120.0	155.1	240.0	324.9	360.0
	Threadfin bream surimi (g)	$X_2$	40.0	51.7	80.0	108.3	120.0
Colorants condition	Paprika colorant (g)	$X_1$	0.06	0.11	0.22	0.33	0.38
	Tomato colorant (g)	$X_2$	0.00	0.03	0.11	0.19	0.22

### 제조공정 최적화를 위한 실험설계

연어 프레임육 어묵의 제조공정 최적화를 위한 중심합성계획은 다음과 같이 설정하였다. 연어 프레임육 어묵의 속부위용 배합물의 최적화를 위한 연어 민스와실꼬리돔연육의 배합조건은 연어 민스 함량( $X_1$ , 120.0-360.0 g) 및 실꼬리돔연육 함량( $X_2$ , 40.0-120.0 g)을, 속부위용 배합물의 제조를 위한 원료 최적 배합조건(연어 민스 및 실꼬리돔연육의 함량)이 확립된 어묵의 색 개선을 위한 파프리카 색소( $X_1$ , 0.06-0.38 g)와 토마토 색소 첨가량( $X_2$ , 0.00-0.22 g)을 독립변수로 각각 설정하여 중심합성계획(central composite design)에 따라 5단계로 부호화(Table 2)하고, 이를 토대로 11구의 시료구를 Table 3에 제시하였으며, 이들을 각각 무작위로 제조하여 실험하였다. 이 때 연어 프레임육 어묵의 제조를 위한 속부위 배합물의 색 개선용 색소 선정은 문헌검색(Park et al., 2014; Lerfall et al., 2016) 및 전문가 자문을 통하여 홍곡, 치자, 파프리카 및 토마토 색소와 같은 천연 색소 4종과 인공 적색 및 노란색소 2종 등을 1차로 선정하여 진행하였다. 한편, 위에서 언급한 독립변수 범위와 중심값(center point value)들은 연육 배합조건인 경우 예비 실험 결과는 물론이고, 원료 배합조건에 따른 어묵의 겹강도 특성(Wan et al., 1995; Kim et al., 2008) 등의 자료도 참조하여 설정하였고, 색 개선조건인 경우 예비 실험 결과는 물론이고, 색소 첨가량(Cho et al., 2008; Kim et al., 2016) 및 필렛 연어의 특성(Heu et al.,

Table 3. Responses of the dependent variables ( $X_n$ ) for independent variables ( $Y_n$ ) optimization of inner fish (salmon *Oncorhynchus keta*) cake

Run no.	Coded value		Surimi-mixing ratio		Colorant-mixing ratio	
	$X_1^1$	$X_2$	$Y_1^2$	$Y_2$	$Y_1$	$Y_2$
1	-1	-1	501.35	4.54	7.37	3.50
2	+1	-1	257.10	3.23	13.58	6.28
3	-1	+1	721.41	5.72	10.56	5.32
4	+1	+1	459.72	5.55	15.69	8.10
5	-1.414	0	796.14	5.92	7.54	3.64
6	+1.414	0	394.87	4.21	17.78	6.41
7	0	-1.414	287.27	3.85	12.77	6.87
8	0	+1.414	687.88	6.83	16.55	7.88
9	0	0	549.27	6.22	14.76	8.47
10	0	0	534.11	6.30	14.67	8.33
11	0	0	527.87	6.10	14.75	8.56

<sup>1</sup> $X_1$  and  $X_2$  are weight of salmon mince and threadfin bream surimi, respectively, in surimi-mixing ratio, and, paprika colorants and tomato weight of respectively, in colorant-mixing ratio for fish (salmon) cake. <sup>2</sup> $Y_1$  and  $Y_2$  are gel strength (g×cm) and overall acceptance (score), respectively, in surimi-mixing ratio, and, Hunter redness and overall acceptance (score), respectively, in colorant-mixing ratio for fish (salmon) cake.

2008; Park et al., 2014; Lerfall et al., 2016) 등의 자료도 참고하여 선정하였다.

연어 프레임육 어묵의 제조공정 최적화를 위한 회귀분석은 다음과 같이 설정하였고 최적값은 코드값으로 얻은 다음 실제값으로 산출하여 나타내었다. 속부위용은 연육 배합조건 최적화를 위한 종속변수의 경우 겔강도 및 종합적 기호도로 색소 배합조건 최적화를 위한 종속변수의 경우 헌터 색조와 관능적 색으로 하였으며 연육과 색소의 최적 배합조건에 대한 최적점의 예측 및 확인은 Kim et al. (2010)이 언급한 방법에 따라 MINITAB 통계프로그램(MINITAB Ver. 18, MINITAB, Pennsylvania, USA)을 이용하였다. 즉, 중심합성계획에 따라 5단계로 부호화하여 무작위적으로 제조한 11개 시료구의 실험 결과를 토대로 독립변수와 종속변수 상호 간의 관계에 따라 제시되는 반응표면 회귀 계수 및 분산 분석 결과를 토대로 모델(model), 1차항(linear), 2차항(quadratic), 교차항(cross-product) 및 적합성 결여도(lack of fit) 각각의 유의성에 대한 인정 여부를 확인하였고, 이들 결과값에 대하여 결정계수( $R^2$ )를 확인하여 최적조건을 산출하였다. 또한, 이를 근거로 하여 독립변수 및 종속변수의 설계 모형의 적합성은 반응 최적화 도구를 이용하여 종속변수에 대한 각각의 목표값(target value)을 설정하여 확인하였고, 이와 같이 프로그램에서 산출된 부호값(coded value)을 환산하여 얻은 실제값(uncoded value)을 토대로 예측치(predicted value)와 이들 최적 조건하에서 실제 실험을 통한 실험치(experimental value)를 비교, 분석하여 나타내었다.

이 때 연어 프레임육 어묵의 제조공정 최적화를 위한 그래프 도식화는 다음과 같이 설정하였다. 독립변수와 종속변수 간의 관계를 나타내는 그래프는 위의 회귀분석 결과에서 도출된 회귀방정식 결과인 상수, 1차항(linear), 2차항(quadratic) 및 교차항(cross-product)의 값을 각각 MAPLE software (MAPLE Ver.12, Maple Soft, Waterloo, Canada)에 대입하여 산출된 3차원 그래프로 나타내었으며, 그래프를 구성하는 식은 다음과 같다. 여기서  $Y_n$ 는 종속변수,  $X_1, X_2$ 는 독립변수,  $A_0$ 는 상수,  $A_n$ 는 회귀계수이다.

$$Y_i = A_0 + A_1X_1 + A_2X_2 + A_3X_1^2 + A_4X_2^2 + A_5X_1X_2$$

## 겔강도

연어 프레임육 어묵의 조직감 특성은 탄력성을 확인할 목적으로 연어가 함유된 속부위 어묵에 대하여 겔강도를 살펴보았다. 연어 어묵의 겔강도 측정용 시료는 속부위 어묵만을 분리하여 지름 1.6 cm, 높이 1.0 cm로 정형하여 제조하였다. 속부위 어묵의 겔강도는 rheometer (CR-100D, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 mode의 경우 20을, load cell (max)의 경우 2 kg을, chart speed의 경우 60 mm/min을, adapter의 경우 직경 5 mm인 구형 plunger를 장착하여 측정하였다.

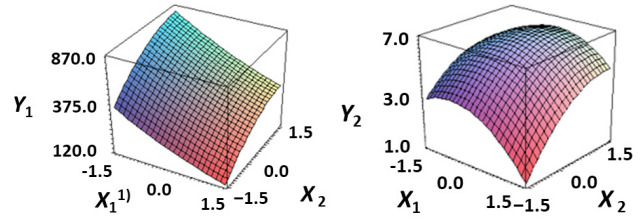


Fig. 2. Response surface plots on gel strength ( $Y_1$ , g×cm) and overall acceptance ( $Y_2$ , score) of fish (salmon *Oncorhynchus keta*) cake as affected by independent variables.  $X_1$ , salmon mince (g) and  $X_2$ , threadfin bream surimi (g).

## 헌터 색조

연어 프레임육 어묵의 색 개선을 위한 색소 선정과 어묵의 색 특성은 헌터 색차계로 측정된 적색도(a value)와 황색도(b value)로 살펴보았다. 색소 선정과 색소 첨가량 최적화를 위한 색은 속부위 어묵의 검체 부위를 마쇄하고, 이를 악세사리로 제공된 원형 용기에 마쇄물의 일정량을 담은 다음 헌터 직시색차계(ZE 2000, Nippon Denshoku Industries Co., Japan)로 측정하였다. 이 때 헌터 색차계의 표준백판은 L값이 97.36, a값이 -0.36, b값이 0.33 및  $\Delta E$ 값이 0.00이었다.

## 패널(panel)에 의한 기호도 평가

관능평가는 잘 훈련된 panel member 24인(20-30대, 남자 11인, 여자 13인)을 대상으로 어묵의 성상, 맛, 향, 조직감 등을 고려한 종합적 기호도에 대하여 실시하였다. 연어 프레임육 어묵의 개발을 위한 속부위용 배합물의 배합비 최적화(연어 민스와 실꼬리돔연육 함량)는 시판 어묵(C사)을 기준점인 5점으로 하고, 연어 프레임육 어묵의 이보다 우수한 경우 6-9점, 열악한 경우 1-4점으로 하여 평가하였다. 그리고, 연어 어묵의 제조를 위한 최적 색소 선정과 배합비 최적화는 색으로 결정하였는데, 연어 프레임 육색을 기준점인 9점으로 하고, 연어 어묵의 색이 이와 유사한 경우 9점, 이보다 열악할수록 낮은 점수를 부여하여 최저점을 1점으로 하는 9단계 평점법으로 실시하였다.

## 통계처리

본 실험 결과에 대한 데이터의 표준편차 및 유의차 검정(5% 유의수준)은 SPSS 통계패키지(SPSS for window, release 10.1, IBM Co., New York, NY, USA)에 의한 ANOVA test를 이용하여 분산분석한 후 Duncan의 다중위검정을 실시하여 나타내었다.

## 결과 및 고찰

### 연어 민스배합의 최적화

반응표면분석법(response surface methodology, RSM)을 활

용한 연어 민스와 실꼬리돔연육의 배합공정 최적화는 Table 2에서 제시한 11구의 시료구를 무작위로 제조한 다음 겔강도와 종합적 기호도를 측정된 결과는 Table 3과 같다. MINITAB 통계 프로그램을 이용하여 종속변수[겔 강도( $Y_1$ ) 및 종합적 기호도( $Y_2$ )]에 대한 독립변수[연어 민스( $X_1$ ) 및 실꼬리돔연육( $X_2$ )] 상호 간의 관계를 Maple software를 사용하여 각각 3차원으로 도식화한 결과는 Fig. 2와 같다. 연어 어묵용속부위 어묵의 종속변수인 겔 강도( $Y_1$ )는 연어 민스 첨가량( $X_1$ )의 경우 -1.41에서 +1.41까지 이동할수록 감소하였고, 실꼬리돔연육 첨가량( $X_2$ )

은 -1.41에서 +1.41까지 이동할수록 증가하였다. 이와 같이 실꼬리돔연육으로 제조한 일반 어묵의 겔 강도에 비하여 연어 민스로 제조한 연어 프레임육 어묵의 겔 강도가 낮은 것은 연어 민스가 실꼬리돔연육에 비하여 정제공정을 거치지 않았을 뿐만 아니라 연어가 명태(walleye pollock)에 비하여 transglutaminase의 활성은 물론이고, myosin과  $Ca^{2+}$ 의 함량도 낮기 때문이다(Wan et al., 1995). 또 다른 종속변수인 종합적 기호도( $Y_2$ )는 2종의 독립변수 모두가 -1.41에서 연어 민스 첨가량( $X_1$ )의 경우 -0.19까지, 실꼬리돔연육 첨가량( $X_2$ )의 경우 +0.84까지 증가하

Table 4. Each and multiple response optimizations for processing of fish cake (inner part) resulted by MINITAB statistical program

Dependent variables		Value	$X_1^1$		$X_2$	
$Y_1$ (gel strength, g×cm)	Target	533.0	-1.41 0 1.41		-1.41 0 1.41	
	Coded	-0.44	865.0	367.5	130.0	865.0
	Actual	202.6	130.0	67.0	130.0	67.0
Surimi mixing condition $Y_2$ (overall acceptance, score)	Target	Max	-1.41 0 1.41		-1.41 0 1.41	
	Coded	-0.19	6.8	2.9	1.0	6.8
	Actual	223.9	1.0	103.8	1.0	103.8
Multiple	Coded		0.28		0.30	
	Actual		263.8		88.5	
	Predicted		$Y_1$ : 533.5, $Y_2$ : 6.28			
$Y_1$ (Hunter redness)	Target	14.0	-1.41 0 1.41		-1.41 0 1.41	
	Coded	0.00	18.0	10.5	3.0	18.0
	Actual	0.22	3.0	0.07	3.0	0.07
Colorants condition $Y_2$ (overall acceptance, score)	Target	Max	-1.41 0 1.41		-1.41 0 1.41	
	Coded	0.33	9.0	4.0	1.0	9.0
	Actual	0.23	1.0	0.15	1.0	0.15
Multiple	Coded		-0.21		0.01	
	Actual		0.20		0.11	
	Predicted		$Y_1$ : 13.98, $Y_2$ : 8.12			

<sup>1</sup> $X_1$  and  $X_2$  are salmon mince (g) and threadfin bream surimi (g), respectively, in surimi-mixing ratio, and, paprika colorants (g) and tomato colorants (g), respectively, in colorant-mixing ratio for fish (salmon) cake.

다 감소하는 경향을 나타내었다.

연어 프레임육 어묵 중 속부위 어묵은 연어 민스를 다량 첨가하여 제조하는 경우 경비는 낮아지나, 조직감이 감소하고, 실꼬리돔연육을 다량 첨가하여 제조하는 경우 황색도가 감소하면서 단가가 상승하는 등의 단점이 노출된다. 이러한 일면을 고려하여 연어 프레임육 어묵 중 속부위 어묵을 제조하고자 하는 경우 적정 단가를 유지하면서, 황색도와 조직감을 고려한 종합적 기호도는 높아야 한다. 속부위 어묵의 겔 강도는 범위의 경우 예비실험 및 시판되고 있는 튀김어묵의 결과를 참고하여 300-700 g×cm로 설정하였고, 목표값의 경우 533 g×cm로 설정하였으며, 종합적 기호도는 범위의 경우 5-9점, 목표값의 경우 최대값(9점)으로 하였다(Table 4).

연어 프레임육 어묵 중 속부위 어묵의 겔 강도에 대한 목표값을 고려한 연어 민스 및 실꼬리돔연육의 최적 첨가량은 부호값(coded value)의 경우 각각 -0.44 및 -0.46이었고, 이를 실제값(uncoded value)으로 환산하는 경우 각각 202.6 g 및 67.0 g 이었다. 이들 조건에서 제조된 속부위 어묵의 겔 강도는 533.0 g×cm로 예측되었다. 속부위 어묵의 종합적 기호도에 대한 목표값 고려 연어 민스 및 실꼬리돔연육의 종합적기호도 값은 부호값의 경우 각각 -0.19 및 0.84이었고, 이를 실제값으로 환산하는 경우 각각 223.9 g 및 103.8 g이었다. 이들 조건에서 제조된 속부위 어묵의 종합적 기호도는 6.65점으로 예측되었다.

속부위 어묵의 겔 강도 및 종합적 기호도를 모두 충족할 수 있는 연어 민스 및 실꼬리돔연육의 최적 첨가량은 부호값의 경우 각각 0.28 및 0.30이었고, 이를 실제값으로 환산하는 경우 각각 263.8 g 및 88.5 g이었다. 이들 최적 조건을 적용하여 속부위 어묵을 제조하였을 때, 겔 강도 및 종합적 기호도의 예측값은 각각 533.5 g×cm 및 6.28점이었고, 이들의 실제 측정값은 각각 530.7±24.6 g×cm 및 6.34±0.21점이었다(Table 5).

이상의 결과로 미루어 보아 속부위 어묵의 제조를 위하여 제시된 반응표면 모델은 속부위 어묵의 조직감 개선을 위한 원료(연어 민스 및 실꼬리돔연육) 배합조건의 최적 모델이라 판단되었다.

Table 5. Predicted and experimental values on dependent variables of fish cake (inner part) prepared under multiple response optimum condition







Dependent variables		Predicted value	Experimental value
Surimi mixing condition	Y <sub>1</sub> <sup>1</sup>	533.5	530.7±24.6
	Y <sub>2</sub>	6.28	6.34±0.21
Colorants condition	Y <sub>1</sub>	13.98	13.82±0.41
	Y <sub>2</sub>	8.12	8.33±0.21

<sup>1</sup>Y<sub>1</sub> and Y<sub>2</sub> are gel strength (g×cm) and overall acceptance (score), respectively, in surimi-mixing ratio, and, Hunter redness and overall acceptance (score), respectively, in colorant-mixing ratio for fish (salmon) cake.

### 연어 프레임육 어묵의 색 향상을 위한 색소배합의 최적화

속부위용 연어 어묵의 색 개선용 색소는 문헌검색(Park et al., 2014; Lerfall et al., 2016) 및 전문가 자문을 통하여 6종의 색소(홍국 색소, 치자 색소, 파프리카 색소 및 토마토 색소와 같은 천연색소 4종과 노란색소와 적색색소와 같은 인공색소 2종)를 우선 선정하여 검토하였고, 이를 속부위용 연어 어묵의 제조 시에 적용하여 제조된 어묵의 사진, 색에 대한 관능검사 및 헌터 적색도 및 황색도를 살펴본 결과는 Table 6과 같다. 연어 프레임육 어묵의 제조 시에 적용하여 살펴본 속부위용 연어 어묵의 색은 선홍색의 경우 천연색소인 홍국 색소와 토마토 색소, 인공색소인 적색색소와 같은 3종을 사용한 어묵에서, 그리고, 노란색의 경우 천연색소인 치자 색소와 파프리카 색소, 인공색소인 노란색소와 같은 3종을 사용한 어묵에서 나타났다. 연어 민스가 포함된 속부위에 해당하는 연어 어묵의 색을 관능평가하여 살펴본 결과 선홍색의 경우 천연색소인 토마토 색소가 가장 높은 점수인 8.3점을, 노란색의 경우 역시 천연색소인 파프리카 색소가 가장 높은 점수인 8.1점을 받았다. 이상의 결과로부터 소비자 친숙도가 높은 천연 색소 중 선홍색 색소의 경우 토마토 색소를, 노란색 색소의 경우 파프리카 색소를 선택하였고, 이들을 적절

Table 6. Photo, sensory evaluation and Hunter color value of fish cake using different colorants

Colorants	Salmon muscle	Natural colorants				Artificial colorants		
		Monascus	Gardenia	Paprica	Tomato	Food yellow No 5	Food red	
Photo	-							
Sensory evaluation	9.0±0.0 <sup>e1</sup>	5.1±0.5 <sup>b</sup>	1.2±0.1 <sup>a</sup>	8.1±0.5 <sup>d</sup>	8.3±0.2 <sup>d</sup>	1.0±0.0 <sup>a</sup>	7.1±0.5 <sup>c</sup>	
Hunter value	a	15.93±0.04 <sup>a</sup>	9.55±0.42 <sup>c</sup>	3.14±0.27 <sup>b</sup>	14.28±1.32 <sup>b</sup>	15.23±0.42 <sup>ab</sup>	1.93±0.13 <sup>a</sup>	13.99±0.89 <sup>d</sup>
	b	21.32±0.06 <sup>b</sup>	12.75±0.60 <sup>b</sup>	20.59±0.29 <sup>d</sup>	23.70±0.68 <sup>a</sup>	15.81±0.39 <sup>c</sup>	25.7±20.50 <sup>f</sup>	11.34±0.44 <sup>a</sup>

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

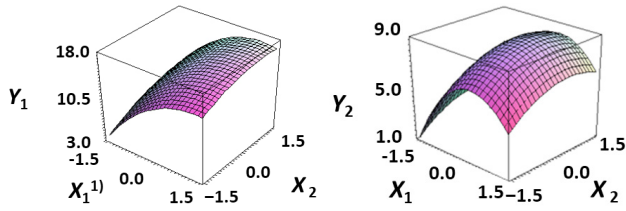


Fig. 3. Response surface plots on Hunter redness ( $Y_1$ ) and sensory overall acceptance ( $Y_2$ , score) of fish (salmon *Oncorhynchus keta*) cake as affected by independent variables.  $X_1$  (paprika colorants, g) and  $X_2$  (tomato colorants, g).

히 혼합하여 사용하기 하였다. 이러한 일면에서 이들 파프리카 색소와 토마토 색소의 헌터 색조(황색도와 적색도)를 살펴 보았다. 헌터 색조로 살펴본 적색도와 황색도는 연어 근육의 경우 각각 15.93 및 21.32이었고, 파프리카 색소(노란색소) 첨가 연어 어묵의 경우 각각 14.28 및 23.70, 토마토 색소(선홍색 색소)의 경우 각각 15.23 및 15.81이었다.

연어 프레임육 어묵의 속부위용 제조를 위한 천연 색소(파프리카 및 토마토 색소) 첨가량의 최적화를 위하여 중심합성계획에 따라 제시된 11구의 시료구를 무작위로 제조한 다음 이들의 적색도, 종합적 기호도를 측정된 결과는 Table 4와 같다. MINITAB 통계 프로그램을 이용하여 종속변수[적색도( $Y_1$ ) 및 종합적 기호도( $Y_2$ )]에 대한 독립변수[파프리카 색소( $X_1$ ) 및 토마토 색소( $X_2$ )]와의 관계를 Maple software를 사용하여 각각 3차원으로 도식화하였다(Fig. 3). 속부위용 연어 어묵의 색소 첨가 최적화를 위한 종속변수인 적색도( $Y_1$ )는 2종의 독립변수가 모두 -1.41에서,  $X_1$  (파프리카 색소)의 경우 1.12까지,  $X_2$  (토마토 색소)의 경우 0.74까지 증가한 후 거의 변화가 없었다. 속부위용 연어 어묵의 또 다른 종속변수인 종합적 기호도( $Y_2$ )는 2종의 독립변수가 모두 -1.41에서  $X_1$  (파프리카 색소)의 경우 0.33,  $X_2$  (주정 침지 온도)의 경우 0.50까지 증가한 후 감소하는 경향

을 나타내었다.

파프리카 색소 및 토마토 색소를 첨가하여 제조한 속부위용 연어 프레임육 어묵은 색소를 과다하게 첨가한 경우 제조 경비 과다와 동시에 기호도가 감소하여, 그리고, 색소를 적게 첨가한 경우 색의 발현이 적어 소비자가 구매를 기피할 우려가 있다. 이러한 일면을 고려하여 천연색소를 첨가하여 연어 프레임육 어묵을 제조하고자 하는 경우 어묵과 유사한 색을 유지하면서, 종합적 기호도는 높아야 한다. 속부위용 연어 어묵에 대한 적색도의 범위와 목표값은 예비실험 및 시판되고 있는 연어육의 색차 결과를 참고하여 결정하였으며 그 범위는 12.0-16.0으로 하였고, 목표값은 14.0으로 결정하였다. 그리고, 속부위용 연어 어묵의 종합적 기호도는 연어육을 대조구(최대값, 9점)로 하고, 연어육의 성상 및 색과 유사할수록 높은 점수로 평가하였으며, 범위와 목표값은 각각 5-9점 및 최대값(9점)으로 하였다(Table 4).

속부위용 연어 어묵의 헌터 색차(적색도)에 대한 목표값을 고려한 최적값은 파프리카 및 토마토 색소의 경우 각각 0.22 g 및 0.07 g이었다. 이들 조건에서 제조된 속부위용 연어 어묵의 적색도는 14.0으로 예측되었다. 종합적 기호도에 대한 목표값을 고려한 최적값은 파프리카 색소 및 토마토 색소의 경우 각각 0.23 g 및 0.15 g이었다. 이들 조건에서 제조된 속부위용 연어 어묵의 종합적 기호도는 8.80점으로 예측되었다. 속부위용 연어 어묵의 헌터 색차(적색도) 및 종합적 기호도를 모두 충족할 수 있는 최적 파프리카 색소 및 토마토 색소의 첨가량은 각각 0.20 g 및 0.11 g이었다. 이들 최적 조건을 적용하여 속부위용 연어 어묵을 제조하였을 때, 적색도 및 종합적 기호도는 각각  $13.82 \pm 0.41$  및  $8.33 \pm 0.21$ 점이었다(Table 5).

이상의 결과로 미루어 보아 속부위용 연어 어묵의 제조를 위하여 제시된 반응표면 모델은 색 개선을 위한 원료(파프리카 및 토마토 색소) 배합조건 최적 모델이라 판단되었다.

일반적으로 프레임육 어묵의 가치는 탄력과 백색도로 표현할 수 있으나 연어 어묵의 경우 그 자체의 색으로 백색도와는 크게

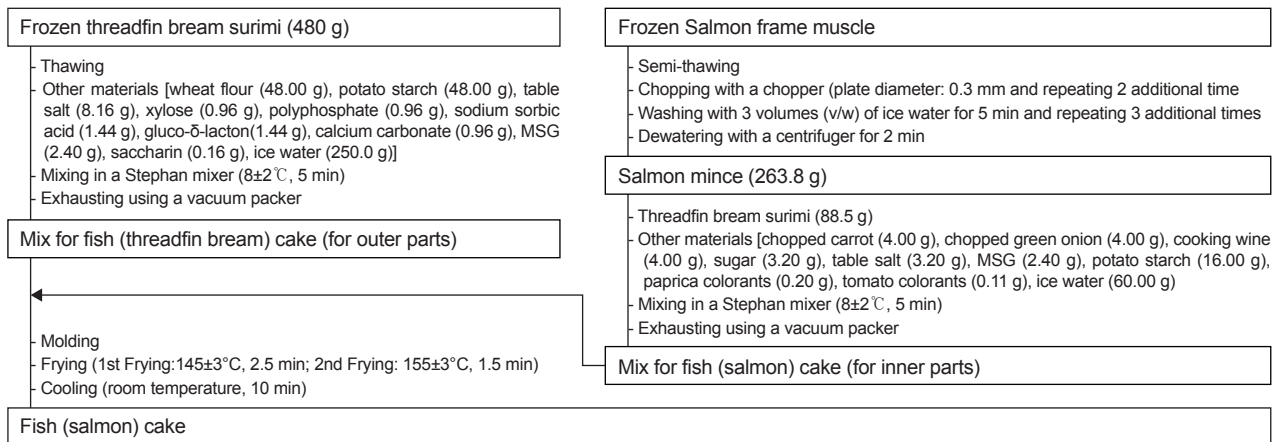


Fig. 4. Flow chart for processing of fish (salmon) cake.

관계가 없을 듯하다. 이러한 일면에서 어묵의 겉감도 및 관능평점(데이터 미제시)은 최적조건에서 제조한 연어 어묵(속부위)의 경우 각각  $530.7 \text{ g} \times \text{cm}$  및 7.5점이었고, 시판 B어묵의 경우 각각  $519.9 \text{ g} \times \text{cm}$  및 6.5점이었으며 S어묵의 경우 각각  $223.1 \text{ g} \times \text{cm}$  및 3.5점에 비하여 유사하거나 우수하다고 판단되었다. 따라서, 시제 연어 프레임육 어묵은 조직감 면에서 시판 어묵과 비교하여 상품성을 가지는 것으로 판단되었다.

### 연어 프레임육 어묵의 최적공정도

이상에서 검토한 연어 프레임육 어묵의 조직감 개선을 위한 연육 배합조건과 색 개선을 위한 천연색소의 배합조건 최적화 결과를 토대로 작성한 연어 어묵의 가공공정 최적화 도식도는 Fig. 4와 같다. 속부위용 어묵의 제조를 위한 연어 민스는 연어 프레임육을 반해동(semi-thawing)하고, 직경이 0.3 mm인 plate가 장착된 초퍼(M-12S, Hankook Fufee Industries Co., Ltd., Gyeonggi-do, Korea)로 2회 연속 마쇄한 후 육 중량에 대하여 3배(v/w)의 얼음물을 사용하여 3회에 걸쳐 5분씩 수세하고, 원심탈수기(2,000 rpm, H-130C, Kokusanensinki Co., LTD., Tokyo, Japan)로 탈수(2분)하여 제조한다. 이어서, 연어 민스 반죽은 연어 민스(263.8 g)에 실꼬리돔연육(88.5 g)과 기타 부원료[다진 당근(4.00 g), 다진 대파(4.00 g), 맛술(4.00 g), 설탕(3.20 g), 소금(3.20 g), MSG (2.40 g), 감자전분(16.00 g), 파프리카 색소(0.20 g), 토마토 색소(0.11 g), 얼음물(60.00 g)]를 첨가하여 연육혼합기(UMC 5, Stephan Machinery Inc., Hameln, Germany)에 넣고 5분간 혼합하여 제조한다. 연어 프레임육 어묵은 속부위용 배합물과 겉부위용 배합물을 각각 성형기[속부위 충전용 용기의 내경, 1.6 cm; 속부위 충전용 용기의 내경을 제외한 나머지 겉부위 충전용 용기(속이 들어갈 부분이 비워져 있음)의 내경, 0.8 cm]가 설치 되어있는 충전기(sausage stuffer, The Sausage Maker Inc., New York, NY, USA)에 넣고, 성형(길이  $8.0 \pm 0.2 \text{ cm}$ )한다. 최종적으로, 본 논문에서 제시한 최적공정 적용 연제품은 위에서 언급한 성형물을 활용하여 이단튀김( $145 \pm 3^\circ\text{C}$ 에서 2.5분,  $155 \pm 3^\circ\text{C}$ 에서 1.5분)하고, 10 분간 상온에서 냉각하여 제조한다.

## 사 사

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

## References

- Boldyrev AA and Severin SE. 1990. The histidine-containing dipeptides, carnosine and anserine: distribution properties and significance. *Adv Enzym Regul* 30, 175-188. [https://doi.org/10.1016/0065-2571\(90\)90017-v](https://doi.org/10.1016/0065-2571(90)90017-v).
- Bouraoui MM, Fichtali J, Pinder KL, Nakai S and Bowen BD. 1997. Viscous properties of salmon surimi paste. *J Food Eng* 34, 441-452. [https://doi.org/10.1016/s0260-8774\(97\)00100-3](https://doi.org/10.1016/s0260-8774(97)00100-3).
- Cho MS, Lee JS and Hong JS. 2008. Quality characteristics of *Sulgidduk* with paprika. *Korean J Food Cook Sci* 24, 333-339.
- Choi SH. 2017. Quality characteristics of fish paste containing spirulina powder. *Culi Sci Hos Res* 23, 174-185. <https://doi.org/10.20878/cshr.2017.23.3.017>.
- Ferraro V, Cruz IB, Jorge RF, Malcata FX, Pintado ME and Castro PM. 2010. Valorisation of natural extracts from marine source focused on marine by-products: A review. *Food Res Int* 43, 2221-2233. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.07.034>.
- Groot C and Margolis L. 1991. Pacific salmon life histories. UBC press, Vancouver, Canada.
- Heu MS, Kim HJ, Yoon MS, Park DY, Park GH and Kim JS. 2008. Food component characterization of muscle from salmon frame. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37, 1452-1456. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2008.37.11.1452>.
- Heu MS, Shin JH, Park KH, Lee, JS, Noe YN, Jeon YJ and Kim JS. 2010. Quality of surimi from unmarketable bastard hailand as affected by the region where cultured. *Korean J Fish Aquat Sci* 43, 598-605. <https://doi.org/10.5657/kfas.2010.43.6.598>.
- Kim BM, Kim DS, Jeong IH and Kim YM. 2014. Quality of steam cooked surimi gel prepared using sandfish *Arctoscopy japonicus* meat. *Korean J Fish Aquat Sci* 47, 474-481. <https://doi.org/10.5657/kfas.2014.0474>.
- 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 Fish Aquat Sci* 13, 1-11. <https://doi.org/10.5657/fas.2010.13.1.001>.
- Kim LS, Nam YW, Park SC, Choi SY, Yang HS and Choi YJ. 2008. Comparison of textural properties of crab-flavored sausage with different proportions of chicken meat. *Food Sci Anim Resour* 28, 395-400. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2008.28.4.395>.
- Kim YH, Kim YS, Hong MS and Yook HS. 2016. Quality characteristics of bagel added with tomato powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45, 360-365. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2016.45.3.360>.
- Lerfall J, Bendikesn EA, Olsen JV and Osterilie M. 2016. A comparative study of organic-versus conventional Atlantic salmon. II. Fillet color, carotenoid- and fatty acid composition as affected by dry salting, cold smoking and storage. *Aquaculture* 451, 369-376. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.10.004>.
- Liaset B, Julshamn K and Espe M. 2003. Chemical composition and theoretical nutritional evaluation of the produced fractions from enzymic hydrolysis of salmon frames with Protmax™. *Process Biochem* 38, 1747-1759. [https://doi.org/10.1016/s0032-9592\(02\)00251-0](https://doi.org/10.1016/s0032-9592(02)00251-0).
- Liaset B, Nortvedt R, Lied E and Espe M. 2002. Studies on the



- nitrogen recovery in enzymic hydrolysis of Atlantic salmon (*Salmo salar*, L.) frames by Protamex™ protease. *Process Biochem* 37, 1263-1269. [https://doi.org/10.1016/s0032-9592\(02\)00003-1](https://doi.org/10.1016/s0032-9592(02)00003-1).
- Park LY, Woo DI, Lee SW, Kang HM and Lee SH. 2014. Quality characteristics of yanggaeng added with different forms and concentrations of fresh paprika. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43, 729-734. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2014.43.5.729>.
- 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.
- Roblet C, Akhtar MJ, Mikhylin S, Pilon G, Gill T, Murette A and Bazinet L. 2016. Enhancement of glucose uptake in muscular cell by peptide fractions separated by electrodialysis with filtration membrane from salmon frame protein hydrolysate. *J Funct Foods* 22, 337-346. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2016.01.003>.
- Rohan K, Heo SJ, Lee BJ, Kim SK, Song CB and Jeon YJ. 2006. Recovery of bioavailable calcium from Alaska pollock (*Theragra chalcogramma*) fish backbone by-products by pepsinolytic hydrolysis. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 11, 120-126. <https://doi.org/10.3746/jfn.2006.11.2.120>.
- Saeki H, Iseya Z, Sugiura S and Seki N. 1995. Gel forming characteristics of frozen surimi from chum salmon in the presence of protease inhibitors. *J Food Sci* 60, 917-921. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1995.tb06261.x>.
- Stevens JR, Newton RW, Tlusty M and Little DC. 2018. The rise of aquaculture by-products: Increasing food production, value, and sustainability through strategic utilisation. *Mar Policy* 90, 115-124. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.12.027>.
- Wan J, Kimura I, Satake M and Seki N. 1995. Cause of inferior gel-forming ability of salmon surimi paste. *Fish Sci* 61, 711-715. <https://doi.org/10.2331/fishsci.61.711>.