

# 반응표면분석법을 활용한 연어(*Oncorhynchus keta*) 육포의 제조공정 최적화

김민우 · 윤인성<sup>1</sup> · 김예울<sup>1</sup> · 이정석<sup>1,2</sup> · 허민수<sup>2,3</sup> · 김진수<sup>1,2\*</sup>

우영수산(주), <sup>1</sup>경상국립대학교 해양식품공학과/해양산업연구소, <sup>2</sup>경상국립대학교 수산식품산업화 기술지원센터, <sup>3</sup>경상국립대학교 식품영양학과

## Processing Optimization of Seasoned Salmon *Oncorhynchus keta* Jerky Using Response Surface Methodology

Min-Woo Kim, In Seong Yoon<sup>1</sup>, Ye Youl Kim<sup>1</sup>, Jung Suck Lee<sup>1,2</sup>, Min Soo Heu<sup>2,3</sup> and Jin-Soo Kim<sup>1,2\*</sup>

Wooyoung Fishery Co. LTD., Busan 49478, Korea

<sup>1</sup>Department of Seafood Science and Technology/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 was conducted to optimize the processing of seasoned salmon *Oncorhynchus keta* jerky (SSJ) using response surface methodology (RSM). For seasoning sauces-blending conditions of jerky using the RSM program, salt [ $X_1$ , % (w/v)] and amino-basic material [ $X_2$ , % (w/v)] were chosen as independent variables, and salinity ( $Y_1$ ) and amino-N ( $Y_2$ ) were chosen as dependent variables. The optimum conditions of  $X_1$  and  $X_2$  were 1.2% and 12.9%, respectively. To optimize drying conditions of seasoned salmon jerky using RSM program, soaking time ( $X_1$ , min), drying temperature ( $X_2$ , °C) and drying time ( $X_3$ , min) were chosen as independent variables, and moisture content ( $Y_1$ ), hardness ( $Y_2$ ) and overall acceptance ( $Y_3$ ) were chosen as dependent variables. Optimum conditions of  $X_1$ ,  $X_2$  and  $X_3$  were 183.0 min, 62.5°C and 351.0 min, respectively. In the sensory evaluation, the scores for taste, flavor, and texture for of SSJ were higher than those for a commercial product. The results suggest that the developed seasoned salmon jerky can be industrialized.

Keywords: Salmon, Jerky, Seasoned seafood product, Salmon jerky

### 서 론

연어류는 일부를 제외하고 바다에서 성장하여 산란기에 민물로 돌아오는 대표적인 회귀성 어종으로(Groot and Margolis, 1991), 비린내가 적고, 오메가-3 지방산(omega-3 fatty acid)을 다량 함유하면서 선홍색을 가지고 있어, 축육을 대신할 수 있는 어류 중의 하나이다. 이로 인하여 연어는 세계 10대 슈퍼푸드의 하나로 선정되어(Horowitz, 2002), 서구에서는 물론 우리나라에서도 남녀노소를 불문하고 선호하고 있는 수산물 중의 하나이다(Di Toro et al., 2019). 이들 연어류의 소비 형태는 연어회 뿐만 아니라 연어를 활용한 샐러드, 연어 덮밥, 연어장 등의 식

품 소재는 물론이고, 훈제품, 통조림 및 스테이크 등의 소재로도 이용되고 있다(Landazuri-Tveteraas et al., 2018). 연어류는 1종이 아니라, 다양한 종으로 구성되어 있고, 산업적으로 많이 이용되고 있는 종은 계통 분류상 동물계, 척삭동물문, 조기어강, 연어목, 연어과에 속하는 7종, 즉, 스테이크 등에 주로 이용되고 있는 왕연어(king salmon *Oncorhynchus tshawytscha*), 훈제품의 소재로 주로 이용되고 있는 홍연어(sockeye salmon *Oncorhynchus nerka*), 훈제품, 통조림 등으로 주로 이용되고 있는 은연어(silver salmon or coho salmon *Oncorhynchus kisutch*)와 대서양 연어(Atlantic salmon *Salmo salar*), 횡감으로 주로 이용되는 시마연어(cherry salmon *Onchorhynchus masou*), 통

\*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.2021.0261>

Korean J Fish Aquat Sci 54(3), 261-270, June 2021

Received 6 April 2021; Revised 14 April 2021; Accepted 27 April 2021

저자 직위: 김민우(대표), 윤인성(대학원생), 김예울(대학원생), 이정석(부교수), 허민수(교수), 김진수(교수)

조림 등으로 주로 이용되는 백연어(chum salmon *Oncorhynchus keta*) 및 곱사 연어(핑크 연어) (pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha*) 등이 있다.

육포는 사전에서 쇠고기를 얇게 저미어 말린 포로, 식품공전에서 쇠고기, 돼지고기, 닭고기 등과 같은 식육을 그대로 또는 이에 식품 또는 식품첨가물을 가하여 건조하거나 열처리하여 건조한 것으로 정의하고 있다(Park and Kim, 2016). 이들 육포의 소비량은 최근 주 52시간 근무 등으로 여유 시간이 늘어나면서, 등산 및 아웃도어 활동이 덩달아 증가하게 되었고, 이로 인하여 용도가 술안주의 범위를 넘어 에너지 보충 간식용으로 증가 추세에 있으며, 고급화 및 건강 지향화 추세에 있다. 이러한 일면에서 소비자들은 육포의 소재로서 지질에 의한 비만이나 성인병 등의 우려가 있는 축육보다는 오메가-3 지방산에 의한 성인병 예방 효과가 있는 어육을 더 선호하고 있다.

한편, 육포 개발에 관한 연구는 녹차가루 첨가(Park et al., 2002), 배, 파인애플 및 키위 농축액 첨가(Yang, 2006), 건조시간 최적화(Kim et al., 2006), 파프리카와 매실 추출액 첨가(Oh et al., 2007), 생강과 인삼분말 첨가(Hwang et al., 2015), 고추 씨 분말을 첨가(Lee and Kim, 2016)에 의한 축육포의 품질 개선에 관한 연구와 거위(Li et al., 2008), 양(Gu et al., 2008) 등과 같은 소재로부터 육포 신제품의 개발과 같은 다양한 연구가 시도되고 있다. 하지만, 어육포에 관한 연구는 악어(Nongtaodum et al., 2005), 해수산 무지개송어(Kim et al., 2016) 등으로부터 육포의 개발과 같이 아주 한정적으로 시도되고 있어, 연어와 같이 소비자 선호 소재로부터 육포의 개발은 시도된 바가 없다.

본 연구에서는 가격이 저렴하면서 소비자 선호도가 좋은 백연어(chum salmon *Oncorhynchus keta*)를 이용하여 연어 육포를 가공할 목적으로 연어 육포의 가공조건 최적화에 대하여 살펴보았다.

## 재료 및 방법

### 재료

육포용 연어는 백연어(chum salmon *Oncorhynchus keta*)로, fillet처리 된 것[무게 332.2-360.5 g 범위(평균  $346.2 \pm 14.2$  g)]을 2018년 부산광역시 소재 W수산으로부터 3-8월에 구입하여 시료로 사용하였다. 연어 육포의 맛과 풍미를 위하여 사용한 조미소스의 제조를 위한 부원료 중 고춧가루(Jeondamwon Farming Association, Sunchang, Korea), 설탕(CJ CheilJedang Co. Ltd., Seoul, Korea), 고과당(CJ CheilJedang Co. Ltd., Seoul, Korea), 식염(Hanju Co. Ltd., Ulsan, Korea), 생강가루(Chungjungone Co. Ltd., Seoul, Korea) 양파 등은 2018년 3-8월에 경상남도 통영시 소재 대형소매마트에서 구매하였고, 식품용 혼연액(ES식품원료)은 2018년 3월에 인터넷 쇼핑몰에서 구매하였으며, 아미노베이스(Sempio Co. Ltd., Seoul, Korea)는 2018년 3월에 피엠투엑스에서 구매하여 사용하였다. 조미소스 대조구

로 사용한 해미(Bukyung Fisheries Co. Ltd., Busan, Korea), 만능비빔간장소스(Taekyung Food Co. Ltd., Jecheon, Korea)와 시제 조미육포의 대조구로 사용한 시판 조미훈연 연어포(GABI Co. Ltd., Gangneung, Korea)는 2018년 3-8월에 인터넷 쇼핑몰에서 구매하였다.

### 연어 육포의 제조

연어 육포용 조미소스의 제조를 위한 추출물은 가공용수 61.7% (w/v)에 고춧가루 1.2% (w/v), 양파 4.2% (w/v), 소금 0.3-2.3% (w/v), 설탕 7.0% (w/v), 고과당 10.5% (w/v), 아미노베이스 6.2-20.3% (w/v), 생강가루 0.3% (w/v)를 첨가한 다음, 이의 용해, 추출 및 살균을 위하여 가압추출(121°C, 1분)하여 제조하였다. 이어서 조미소스는 가압 추출물로부터 녹지 않은 고형물을 분리하기 위하여 여과(60 mesh)하고, 여과액을 급냉한 다음  $50 \pm 3^\circ\text{C}$  부근이 되는 경우 혼연액 1.0% (w/v)를 첨가하고 냉각하여 제조하였다.

연어 육포는 연어 냉동 필렛을 frozen-slicer (HFS-350G; Hankook Fugee Industries Co. Ltd., Suwon, Korea)로 절단(길이 20 cm, 두께 6 mm)하여 슬라이스(slice)처리 하였고, 이의 600 g을 조미소스(800 mL)에 침지(조건 구멍용의 경우 상온에서 79.1-280.9분 처리, 그 이외의 경우에는 상온에서 180.0분 동안 처리)한 후, 이를 열풍건조기(주분제작, 가로 1,200 cm, 세로 1,200 cm, 깊이 800 cm)로 건조(건조조건 구멍인 경우 온도를  $43.2-76.8^\circ\text{C}$  범위로, 시간을 259.1-460.9분 범위로 처리하였고, 그 이외의 경우에는  $60.0^\circ\text{C}$ 에서 360.0분 동안 처리)한 후, 상온에서 10분간 냉각하여 제조하였다.

### 반응표면분석법 중심합성계획

연어 육포의 제조공정 최적화를 위한 중심합성계획은 조미소스의 배합비와 어육포의 처리조건 최적화로 나누어 다음과 같이 설정하였다. 조미소스의 배합 공정 최적화는 소금[ $X_1$ , 0.3-2.3% (w/v)] 및 아미노베이스의 첨가량[ $X_2$ , 6.2-20.3% (w/v)]을 독립변수로 설정하여, 어육포의 건조조건 최적화는 침지 시간( $X_1$ , 79.1-280.9분), 온도조건( $X_2$ ,  $43.2-76.8^\circ\text{C}$ ) 및 건조시간( $X_3$ , 259.1-460.9분)을 독립변수로 설정하여 중심합성계획(central composite design)에 따라 5단계로 부호화하여 각각 Table 1 및 Table 2에 나타내었고, 이를 토대로 각각 11구의 시

Table 1. Symbol, experimental ranges, and values of independent variables in the central composite design of adding ratio of materials for seasoning sauces

Independent variables	Symbol	Range level				
		-1.414	-1	0	+1	+1.414
Salt (% w/v)	$X_1$	0.3	0.6	1.3	2.0	2.3
Amino-basic material (% w/v)	$X_2$	6.2	8.3	13.3	18.3	20.3

료구(Table 3) 및 17구의 시료구(Table 6)를 제조하였으며, 이들을 각각 무작위로 제조하여 실험하였다. 이때 연어 육포의 제조를 위한 3개의 독립변수 범위와 center point value들은 예비 실험 결과는 물론이고, 어육 포(Jung et al., 2002; Heu et al., 2008; Kim et al., 2016)와 축육포의 공정 개선(Lee et al., 1997; Kim et al., 2006; Park and Park, 2007) 등의 자료를 참조하여 선정하였다.

회귀분석 및 최적화

연어 육포의 제조공정 최적화를 위한 회귀분석은 다음과 같이 설정하였고, 최적값은 코드값으로 얻은 다음 실제값으로 산출하여 나타내었다. 연어 육포용 조미소스의 배합비 최적화를 위한 종속변수는 염도 및 아미노산 질소로 하였고, 연어 육포의 건조조건 최적화를 위한 종속변수는 수분, 조직감 및 종합적 기호도로 하였으며, 이들의 데이터는 회귀분석을 위한 자료로 활용하였다. 한편, 연어 육포 제조를 위한 조미소스의 배합비 최적화와 연어 육포 제조를 위한 조직감 개선용 최적 침지시간 및 건조온도와 시간에 대한 최적점의 예측 및 확인은 Kim et al. (2010)이 언급한 방법에 따라 MINITAB 통계프로그램(MINITAB Ver. 18; MINITAB, State College, PA, USA)을 이용하여 실시하였다. 즉, 중심합성계획에 따라 5단계로 부호화하여 무작위적으로 제조한 맛 개선 시료구 11개 및 조직감 개선 시료구 17개의 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 유의성(P-value)에 대한 인정(P<0.05) 여부를 확인하였고, 이들 결과값에 대하여 최종적으로 결정계수(R<sup>2</sup>)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, 프로그램에서 산출된 부호값(coded value)을 환산하여 얻은 실제값(actual value)을 토대로 예측치(predicted value)와 실제 실험을 통한 실험치(experimental value)를 비교, 분석하여 나타내었다.

Table 2. Symbol, experimental ranges, and values of independent variables in the central composite design for optimization of soaking and drying conditions in preparation of seasoned salmon *Onchorhynchus keta* jerky

Independent variables	Symbol	Range level				
		-1.682	-1	0	+1	+1.682
Soaking time (min)	X <sub>1</sub>	79.1	120.0	180.0	240.0	280.9
Drying temp. (°C)	X <sub>2</sub>	43.2	50.0	60.0	70.0	76.8
Drying time (min)	X <sub>3</sub>	259.1	300.0	360.0	420.0	460.9

그래프 도식화

독립변수와 종속변수 간의 관계를 나타내는 그래프는 위의 회귀분석 결과에서 도출된 회귀방정식 결과인 상수, 1차항, 2차항 및 교차항의 값을 각각 MAPLE software (MAPLE Ver. 12; Maple Soft, Waterloo, Canada)에 대입하여 산출된 3차원 그래프로 나타내며, 그래프를 구성하는 식은 다음과 같다.

$$Y = \beta_0 \sum_{i=1}^3 \beta_i X_i + \sum_{i=1}^3 \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1}^3 \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1}^2 \sum_{j=i+1}^3 \beta_{ij} X_i X_j$$

여기서 Y는 종속변수, β<sub>0</sub>는 상수, β<sub>i</sub>, β<sub>ii</sub>, β<sub>ij</sub>는 회귀계수, X<sub>i</sub>, X<sub>j</sub>는 독립변수이다. 맛과 조직감 개선을 위한 연어 육포의 제조조건 최적화는 MINTAB 통계프로그램의 response optimizer를 통해 이루어졌으며, 통계적으로 추정된 최적 조건에 따라 실제 실험을 통해 측정된 종속변수와의 비교를 통해 추정된 종속변수의 값을 검증하였다(Bezerra et al., 2008).

염도

염도는 식품공전(MFDS, 2018)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<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>) 용액 2-3방울을 가한 후 0.02 N 질산은(AgNO<sub>3</sub>)으로 적정하였고, 이를 토대로 계산하였다.

아미노산 질소

아미노산 질소는 KFN (2000)에서 언급한 방법에 따라 Formol법으로 측정하였다. 즉, 맛 개선을 위한 조미소스 2.5 g에 증류수를 가하여 25 mL로 정용하고, 교반하여 균질화시킨 다음 이를 0.1 N NaOH 용액을 사용하여 pH 8.5로 조정하였다. 이어서 여기에 36% formaldehyde 용액(0.1 N NaOH 용액을 사용하여 pH 8.5로 조정된 용액) 20 mL를 가한 다음 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.5가 될 때까지 적정하여, 이를 토대로 아미노산 질소 함량을 산출하였다.

패널(panel)에 의한 관능평가

관능평가는 잘 훈련된 panel member 24인(20-30대, 남자 11인, 여자 13인)을 대상으로 실시하였다. 이때, 1) 조미소스 제조조건의 경우 풍미(맛, 향 및 색)가 아주 좋은 것을 9점으로, 아주 나쁜 것을 1점으로, 2) 연어 육포의 제조를 위한 최적 조건 구명(침지시간, 건조 온도, 건조 시간)의 경우 종합적 기호도(맛, 향, 조직감을 종합적으로 고려)에 대하여 대조구를 기준점인 5점으로 하고, 이보다 우수한 것을 6-9점으로, 이보다 열악한 것을 1-4점으로 평가하는 9단계 평점법으로 실시하였다.

통계처리

본 실험 결과에 대한 데이터의 표준편차 및 유의차 검정(5% 유의수준)은 SPSS 통계패키지(SPSS for window, release 10.1)에 의한 ANOVA test를 이용하여 분산분석한 후 Duncan

의 다중위검정을 실시하여 나타내었다.

**결과 및 고찰**

**맛 개선을 위한 연어 육포용 조미소스의 배합 공정 최적화**

제시한 중심합성계획(central composite design)에 따라 소금 [ $X_1$ , 0.3-2.3% (w/v)] 및 아미노베이스 [ $X_2$ , 6.2-20.3% (w/v)]의 첨가량을 5단계로 부호화하여 각각 11구의 시료구를 무작위적으로 제조한 다음 이들의 종속변수( $Y_1$ , 아미노산 질소 함량;  $Y_2$ , 염도)를 측정된 결과는 Table 3과 같다. 독립변수[소금 첨가량( $X_1$ ), 아미노베이스 첨가량( $X_2$ )]와 종속변수[염도( $Y_1$ ), 아미노산 질소( $Y_2$ )]와의 관계를 살펴볼 목적으로 MINITAB 통계 프로그램을 이용하여 RSREG (response surface analysis by least-squares regression)를 실시한 다음 종속변수에 대한 2종의 독립변수 상호 간의 관계를 Maple software를 사용하여 각각 3차원으로 도식화하여 살펴보았다(그림 미제시). 연어 육포용 조미소스의 제조를 위한 종속변수인 염도( $Y_1$ )는 소금 첨가량( $X_1$ )의 경우 -1.41에서 +1.41로 이동할수록 증가하는 경향을 나타내었고, 아미노베이스 첨가량( $X_2$ )의 경우 -1.41에서 -0.35까지 미미하게 증가하는 경향을 나타내었으며, 그 이후 변화가 없었다. 연어 육포용 조미소스의 또 다른 종속변수인 아미노산 질소 함량( $Y_2$ )은 소금 첨가량( $X_1$ )의 경우 -1.41에서 0.00까지 큰 변화가 없었고, 그 이후로 미미하게 증가하는 경향을 나타내었다. 아미노베이스 첨가량( $X_2$ )은 -1.41에서 +1.41로 이동할수록 증가하는 경향을 나타내었다.

Table 3. Central composite design of independent variables and responses of dependent variables of adding ration of materials for seasoning sauces

Coefficients assessed by	Run no.	Uncoded values <sup>1</sup>		Dependent variables <sup>2</sup>	
		$X_1$	$X_2$	$Y_1$	$Y_2$
Fractional factorial design (4 points)	1	0.6	8.3	1.5	379.6
	2	2.0	8.3	4.4	460.0
	3	0.6	14.0	1.7	540.9
	4	2.0	14.0	4.8	505.0
Star points (4 points)	5	0.3	13.3	0.9	459.4
	6	2.3	13.3	5.6	470.0
	7	1.3	6.2	3.2	347.1
	8	1.3	20.3	3.2	590.0
Central points (3 points)	9	1.3	13.3	3.3	460.5
	10	1.3	13.3	3.2	457.8
	11	1.3	13.3	3.2	455.8

<sup>1</sup> $X_1$  [Salt, %(w/v)],  $X_2$  [Amino-basic material, %(w/v)]. <sup>2</sup> $Y_1$  (Salinity, %),  $Y_2$  (Amino-N, mg/100 g).

연어 육포용 조미소스의 염도( $Y_1$ ), 아미노산 질소 함량( $Y_2$ )에 대한 결과치를(Table 3) 이용하여 MINITAB 통계 프로그램을 구동하였다. MINITAB 통계 프로그램의 RSREG로 분석한 데이터틀 활용하여 살펴본 종속변수에 대한 각 항들의 계수와 P-value는 염도( $Y_1$ )의 경우 일차항의  $X_1$ 과 같은 1종의 항이었고, 아미노산 질소 함량( $Y_2$ )의 경우 일차항의  $X_2$ , 교차항의  $X_1X_2$ 와 같은 2종의 항이었으며, 나머지 항들은 모두 유의성이 인정되지 않았다(데이터 미제시). 따라서 연어 육포용 조미소스의  $X_1$  (소금의 첨가량),  $X_2$  (아미노베이스의 첨가량)에 대한 염도( $Y_1$ )와 아미노산 질소 함량( $Y_2$ )의 반응모형방정식 중 항의 유의성( $P<0.05$ )을 고려하여 맛 개선을 위한 조미소스 제조 조건 최적화를 간결식으로 나타내면  $Y_1=3.23+1.58X_1$  ( $R^2=0.987$ , P-value=0.000) 및  $Y_2=458.0+68.73X_2-29.1X_1X_2$  ( $R^2=0.886$ , P-value=0.004)와 같다. 연어 육포용 조미소스의 제조를 위한 간결 반응모형방정식의 독립변수와 종속변수 간의 상관관계를 ANOVA분석으로 살펴본 결과는 Table 4와 같다. 연어 육포용 조미소스의 최적화를 위한 반응모형방정식은 염도( $Y_1$ )의 경우 일차항만이, 종합적 기호도( $Y_2$ )의 경우 일차항과 교차항이 유의성이 인정되었다( $P<0.05$ ). 연어 육포용 조미소스의 최적화를 위한 염도( $Y_1$ )와 아미노산 질소 함량( $Y_2$ )에 대한 반응모형방정식 모델의 적합성 여부를 나타내는 적합 결여 검증은 염도( $Y_1$ )의 경우 P-value가 0.073으로 0.05보다 높고, 결정계수( $R^2$ )가 0.987로서 높으면서 모델값이 0.000으로 0.05보다 낮아 설계된 모형이 완전한 것으로 판단되었고, 아미노산 질소 함량( $Y_2$ )의 경우 P-value가 0.007로 0.05보다 낮아 설계 모형이 완전하지는 않은 것으로 나타났으나, 결정계수( $R^2$ )가 0.886으로서 높고, model 값이 0.004로 0.05보다 낮아 적합한 것으로 나타났다(Zhou and Regenstein, 2004).

한편, 연어 육포용 조미소스는 소금을 많이 첨가하는 경우 나트륨 과다로 인한 건강 문제, 기호도 감소 및 단가 상승 등의 문제가 있고 너무 적게 첨가하는 경우 기호도가 감소하는 문제가 있으며, 아미노베이스를 과도하게 첨가하는 경우 아미노산 질소 함량은 증가되나 단가 상승 등으로 구매가 기피될 수 있다. 이러한 일면을 고려하여 연어 육포용 조미소스를 제조하고자 하는 경우 소비자의 기호도는 최대화하여야 하고, 단가는 적정 선을 유지하여야 한다. 연어 육포용 조미소스의 염도와 아미노산 질소 함량에 대한 적정 범위와 목표값은 예비실험 및 육포에

Table 4. Analysis of variance (ANOVA) for response of independent variables for processing optimization of blending ratio of materials for seasoning sauces

Independent variable	P-value				
	Model	Linear	Quadratic	Cross product	Lack of fit
$Y_1^1$	0.000	0.000	0.789	0.570	0.073
$Y_2$	0.004	0.001	0.771	0.049	0.007

<sup>1</sup> $Y_1$  (Salinity, %),  $Y_2$  (Amino-N, mg/100 g).

관한 실험 문헌(Kim et al., 2016)에서 구명되어진 조건의 아미노산 질소 함량을 참고하여 결정하였고, 염도의 경우 시판 조미소스(해미, 만능비빔간장소스)의 분석 결과를 참고하여 결정하였다. 연어 육포용 조미소스의 식염은 염도 범위를 1.8-4.5%로, 목표값을 3.0%로 하였고, 아미노 베이스는 아미노산 질소 함량 범위를 350-690 mg/100 g으로, 목표값을 450 mg/100 g으로 하였다.

이러한 일면에서 소금과 아미노베이스의 첨가량을 달리한 연어 육포용 조미소스에 대한 염도( $Y_1$ )와 아미노산 질소 함량( $Y_2$ )의 각각과 이들을 동시에 만족할 수 있는 독립변수의 최적 조건을 예측할 목적으로 위에서 제시한 목표값으로 MINITAB 통계 프로그램을 구동하였다. Table 3의 결과치를 이용하면서 이와 같은 조건을 설정한 다음 MINITAB 통계 프로그램을 구동하여 얻은 독립변수의 최적 조건 예측치를 Table 5에 나타내었다. 연어 육포용 조미소스의 염도에 대한 목표값을 고려한 최적값은 소금 및 아미노 베이스의 부호값이 각각 -0.15 및 1.41이었고, 실제값이 각각 1.1% (w/v) 및 20.3% (w/v)이었다. 이들 조건에서 제조된 연어 육포용 조미소스의 염도는 3.0%로 예측되었다. 연어 육포용 조미소스의 아미노산 질소에 대한 목표값을 고려한 최적값은 소금 및 아미노 베이스의 부호값이 각각 -1.25 및 -0.06이었고, 실제값이 각각 0.4% (w/v) 및 13.0% (w/v)이었다. 이들 조건에서 제조된 연어 육포용 조미소스의 아미노산 질소 함량은 450.0 mg/100 g으로 예측되었다. 연어 육

포용 조미소스의 염도 및 아미노산 질소 함량을 동시에 충족하는 소금 및 아미노베이스 첨가량의 부호값은 각각 -0.14 및 -0.10이었고, 실제값은 각각 1.2% (w/v) 및 12.9% (w/v)이었다. 이들 최적 조건을 적용하여 연어 육포용 조미소스를 제조하였을 때, 염도 및 아미노산 질소 함량의 예측값은 각각 3.0% 및 450.0 mg/100 g이었고, 이들의 실제 측정값은 각각  $3.1 \pm 0.2\%$  및  $456.2 \pm 7.2$  mg/100 g으로 예측값과 유의적인 차이가 인정되지 않았다( $P > 0.05$ ).

이상의 결과로 미루어 보아 제시된 반응표면 모델은 연어 육포용 조미소스의 맛 개선을 위한 부원료(소금 및 아미노베이스) 첨가량 조건의 최적 모델이라 판단되었다.

### 연어 육포의 맛 및 조직감 개선을 위한 침지 및 건조 조건 최적화

연어 육포의 향미 부여를 위한 침지시간(연어 육포용 조미소스에 침지), 조직감 개선을 위한 건조온도 및 건조시간의 최적 조건을 구명하기 위하여 Table 2에서 제시한 중심합성계획에 따라 침지시간( $X_1$ , 79.1-280.9분), 건조 온도( $X_2$ , 43.2-76.8°C) 및 건조 시간( $X_3$ , 259.1-460.9분)을 5단계로 부호화하여 17구의 시료구를 무작위로 제조한 다음 이들의 종속변수( $Y_1$ , 수분함량;  $Y_2$ , 절단강도;  $Y_3$ , 관능적 조직감과 향미에 대한 종합적 기호도)를 측정된 결과는 Table 6과 같다. 이들 독립변수[침지

Table 5. Optimum conditions of adding ratio of materials for seasoning sauces obtained by MINITAB program

Dependent variables	Value	$X_1^1$	$X_2$
$Y_1$ (Salinity, %)	Target	3.0	3.0
	Coded	-0.15	1.41
	Actual	1.1	20.3
$Y_2$ (Amino-N, mg/100 g)	Target	450.0	450.0
	Coded	-1.25	-0.06
	Actual	0.4	13.0
Multiple response optimization	Coded	-0.14	-0.10
	Actual	1.2	12.9
Data <sup>2</sup>	Predicted	$Y_1$ (%) 3.0 <sup>a3</sup>	$Y_2$ (mg/100 g) 450.0 <sup>a</sup>
	Measured	$3.1 \pm 0.2^a$	$456.2 \pm 7.2^a$

<sup>1</sup> $X_1$  [Salt, % (w/v)],  $X_2$  [Amino-basic material, % (w/v)]. <sup>2</sup>Optimization values obtained using MINITAB program and measured values under optimum conditions. <sup>3</sup>Difference letters on the data in the column indicate a significant difference at  $P < 0.05$ .

시간( $X_1$ ), 건조온도( $X_2$ ) 및 건조시간( $X_3$ )와 종속변수[수분 함량( $Y_1$ ), 절단강도( $Y_2$ ) 및 종합적 기호도( $Y_3$ )]와의 관계를 살펴볼 목적으로 MINITAB 통계 프로그램을 이용하여 RSREG를 실시한 다음 종속변수에 대한 2종의 독립변수 상호 간의 관계를 Maple software를 사용하여 각각 3차원으로 도식화하여 살펴보았다(그림 미제시). 연어 육포의 조직감 개선을 위한 종속변수인 수분 함량( $Y_1$ )은 침지시간( $X_1$ )의 경우 -1.68에서 0.00까지 이동할수록 미미하게 증가한 후 거의 변화가 없었다. 건조온도( $X_2$ ) 및 건조시간( $X_3$ )의 경우 독립변수의 종류에 관계없이 모두 -1.68에서 +1.68까지 이동할수록 감소하는 경향을 나타내었다. 절단강도( $Y_2$ )는 침지시간( $X_1$ )의 경우 -1.68에서 0.00까지 미미하게 증가한 후 +1.68까지 이동할수록 감소하는 경향을 나타내었으나, 건조온도( $X_2$ ) 및 건조시간( $X_3$ )의 경우 모두 -1.68

에서 +1.68까지 이동할수록 증가하는 경향을 나타내었다. 종합적 기호도( $Y_3$ )는 침지시간( $X_1$ ), 건조온도( $X_2$ ) 및 건조시간( $X_3$ )의 경우 -1.68에서 각각 0.15, 0.15 및 -0.05까지 증가한 후 감소하는 경향을 나타내었다.

연어 육포의 조직감 개선을 위한 종속변수인 수분 함량( $Y_1$ ), 절단강도( $Y_2$ ) 및 종합적 기호도( $Y_3$ )에 대한 결과치(Table 6)를 이용하여 MINITAB 통계 프로그램을 구동하였다. MINITAB program의 RSREG로 분석한 데이터를 활용하여 연어 육포의 수분 함량( $Y_1$ ), 절단강도( $Y_2$ ) 및 종합적 기호도( $Y_3$ )에 대한 반응모형방정식의 간결화를 목적으로 일차항, 이차항 및 교차항에 대한 유의성을 살펴본 결과, 유의성이 인정되는( $P < 0.05$ ) 항은 수분 함량( $Y_1$ )의 경우 일차항의  $X_2, X_3$ , 교차항의  $X_2X_3$ 과 같은 3종의 항, 절단강도( $Y_2$ )의 경우 일차항의  $X_2, X_3$ 과 같은 2종

Table 6. Central composite design of independent and responses of dependent variables for optimization of soaking and drying conditions of seasoned salmon *Oncorhynchus keta* jerky

Coefficients assessed by	Run no.	Uncoded values <sup>1</sup>			Dependent variables <sup>2</sup>		
		$X_1$	$X_2$	$X_3$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
Fractional factorial design (8 points)	1	120.0	50.0	300.0	26.3	6.3	3.0
	2	240.0	50.0	300.0	27.8	6.1	2.2
	3	120.0	70.0	300.0	14.0	9.8	6.0
	4	240.0	70.0	300.0	14.2	9.4	6.5
	5	120.0	50.0	420.0	14.9	8.9	5.4
	6	240.0	50.0	420.0	15.1	8.5	5.8
	7	120.0	70.0	420.0	11.8	12.0	3.8
	8	240.0	70.0	420.0	12.1	10.9	4.0
Star points (6 points)	9	79.1	60.0	360.0	16.8	8.5	7.2
	10	280.9	60.0	360.0	19.3	8.0	7.6
	11	180.0	43.2	360.0	24.5	6.0	3.2
	12	180.0	76.8	360.0	10.5	13.4	4.2
	13	180.0	60.0	259.1	22.3	7.7	3.5
	14	180.0	60.0	460.9	13.1	11.8	3.3
Central points (3 points)	15	180.0	60.0	360.0	18.5	8.8	8.2
	16	180.0	60.0	360.0	18.7	9.0	8.0
	17	180.0	60.0	360.0	18.5	8.9	8.5

<sup>1</sup> $X_1$  (Soaking time, min),  $X_2$  (Drying temperature, °C),  $X_3$  (Drying time, min). <sup>2</sup> $Y_1$  (Moisture, g/100 g),  $Y_2$  (Hardness, kg/cm<sup>2</sup>),  $Y_3$  (Overall acceptance, score).

Table 7. Analysis of variance (ANOVA) for response of dependent variables for optimization soaking and drying conditions of seasoned salmon *Oncorhynchus keta* jerky

Independent variable	P-value				
	Model	Linear	Quadratic	Cross product	Lack of fit
$Y_1$ (Moisture, g/100 g)	0.000	0.000	0.180	0.000	0.014
$Y_2$ (Hardness, kg/cm <sup>2</sup> )	0.000	0.000	0.067	0.678	0.027
$Y_3$ (Overall acceptance, score)	0.000	0.012	0.000	0.000	0.384

의 항, 종합적 기호도( $Y_3$ )의 경우 일차항의  $X_2$ , 이차항의  $X_1^2$ ,  $X_2^2$ ,  $X_3^2$ , 교차항의  $X_2X_3$ 과 같은 5종의 항이었고, 나머지 항들은 모두 유의성이 인정되지 않았다(데이터 미제시). 따라서 수분( $Y_1$ ), 절단강도( $Y_2$ ) 및 종합적 기호도( $Y_3$ )의 반응모형방정식 중 항의 유의성( $P < 0.05$ )을 고려하여 연어 육포의 조직감 개선을 위한 침지시간 및 건조조건(온도 및 시간) 최적화를 간결식으로 나타내면  $Y_1 = 18.61 - 4.07X_2 - 3.21X_3 + 2.48X_2X_3$  ( $R^2 = 0.975$ ,  $P\text{-value} = 0.000$ ),  $Y_2 = 8.92 + 1.81X_2 + 1.14X_3$  ( $R^2 = 0.939$ ,  $P\text{-value} = 0.000$ ) 및  $Y_3 = 8.24 + 0.41X_2 - 0.30X_1^2 - 1.61X_2^2 - 1.72X_3^2 - 1.34X_2X_3$  ( $R^2 = 0.976$ ,  $P\text{-value} = 0.000$ )과 같다.

연어 육포의 조직감을 개선을 목적으로 하는 침지시간 및 건조조건 최적화용 간결 반응모형방정식의 독립변수와 종속변수 간의 상관관계를 ANOVA분석으로 살펴본 결과는 Table 7과 같다. 연어 육포의 최적화를 위한 반응모형방정식 중 유의성이 인정되는( $P < 0.05$ ) 항은 수분( $Y_1$ )의 경우 일차항 및 교차항이었고, 절단강도( $Y_2$ )의 경우 일차항만이었으며, 종합적 기호도

( $Y_3$ )의 경우 일차항, 이차항 및 교차항 모두이었다. 연어 육포의 수분( $Y_1$ ), 절단강도( $Y_2$ )에 대한 반응모형방정식 모델의 적합성 여부를 나타내는 적합 결여 검증의 P-value는 수분( $Y_1$ )과 절단강도( $Y_2$ )의 경우 각각 0.014 및 0.027로 나타나 0.05보다 낮아 설계된 모형이 완전하지는 않으나, 결정계수( $R^2$ )가 각각 0.975, 0.939로서 1에 가까우며, model 값이 모두 0.000으로 0.05보다 낮아 설계된 모형이 적합한 것으로 판단되었다. 그리고 종합적 기호도( $Y_3$ )에 대한 적합성 결여 검증은 0.384로 0.05보다 높고, 결정계수( $R^2$ )가 0.976으로 높으며, model 값이 0.000으로 0.05보다 낮아 설계된 모형이 적합한 것으로 나타났다(Zhou and Regenstein, 2004).

한편, 향미 부여를 위하여 장시간 동안 조미소스에 침지할 경우 짠맛이 강하게 나타나면서 건조에 많은 시간이 소요되고, 높은 온도에서 긴 시간 동안 건조할 경우 육포의 수분 감소로 인한 조직감이 감소되며, 운영비의 증가하는 등의 단점이 나타난다. 이러한 일면을 고려하여 연어 육포를 제조하고자 하는 경우

Table 8. Optimization of processing conditions (soaking and drying time) for salmon *Oncorhynchus keta* jerky optimization soaking and drying conditions obtained by MINITAB program

Dependent variables	Value	$X_1^1$	$X_2$	$X_3$
$Y_1$ (Moisture, g/100 g)	Target	18.0	18.0	18.0
	Coded	1.67	-1.66	0.78
	Actual	280.2	43.2	406.8
$Y_2$ (Hardness, kg/cm <sup>2</sup> )	Target	9.5	9.5	9.5
	Coded	0.0	0.0	0.47
	Actual	180.0	60.0	388.2
$Y_3$ (Overall acceptance, score)	Target	Max	Max	Max
	Coded	0.15	0.15	-0.05
	Actual	189.0	61.5	357.0
Multiple response optimization	Coded	0.05	0.25	-0.15
	Actual	183.0	62.5	351.0
Data <sup>2</sup>		$Y_1$ (g/100 g)	$Y_2$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$Y_3$ (score)
	Predicted	18.0 <sup>3</sup>	9.2 <sup>a</sup>	8.2 <sup>a</sup>
	Measured	18.2±0.4 <sup>a</sup>	9.1±0.3 <sup>a</sup>	8.4±0.3 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> $X_1$  (Soaking time, min),  $X_2$  (Drying temperature, °C),  $X_3$  (Drying time, min). <sup>2</sup>Optimization values obtained using MINITAB program and measured values under optimum conditions. <sup>3</sup>Difference letters on the data in the column indicate a significant difference at  $P < 0.05$ .

단가를 고려하면서, 우수한 조직감과 향미를 위하여 적정 수분과 절단강도를 유지하면서, 소비자들의 종합적 기호도는 높아야 한다. 연어 육포의 수분에 대한 범위와 목표값은 예비실험 및 어육포의 개발에 관한 문헌(Kim et al., 2016)에서 구명 되어진 결과를 참고하여 결정하였으며, 그 범위는 12.0-20.0 g/100 g으로 하였고, 목표값은 18.0 g/100 g으로 결정하였다. 그리고, 절단강도에 대한 범위와 목표값은 예비실험 및 시판 축어육포의 결과를 참고하여 결정하였으며 그 범위는 6.0-12.0 kg/cm<sup>2</sup>으로 하였고, 목표값은 9.5 kg/cm<sup>2</sup>으로 결정하였다. 종합적 기호도는 시판 어육포를 대조구(5점)로 하고, 이보다 우수한 경우 6-9점, 이보다 열악한 경우 1-4점으로 평가하였으며, 범위와 목표값은 각각 5-9점, 최대값(9점)으로 하였다. 이러한 일면에서 연어 육포 조직감 개선을 위한 침지조건 및 건조조건에 대한 종속변수 [수분( $Y_1$ ), 절단강도( $Y_2$ ), 관능적 조직감과 향미에 대한 종합적 기호도( $Y_3$ )]의 각각과 이들을 동시에 만족시킬 수 있는 독립변수의 최적조건을 예측할 목적으로 앞에서 언급한 조건으로 설정하고, MINITAB 통계 프로그램을 구동하여 얻은 독립변수의 최적조건 예측치는 Table 8과 같다. 연어 육포의 수분에 대한 목표값을 고려한 최적값은 침지시간, 건조온도 및 건조시간의 부호값의 경우 각각 1.67, -1.66 및 0.78이었고, 이를 실제값으로 환산하는 경우 각각 280.2분, 43.2°C 및 406.8분이었다. 이들 조건에서 제조된 연어 육포의 수분 함량은 18.0 g/100 g으로 예측되었다. 연어 육포의 절단강도에 대한 목표값을 고려한 최적값은 침지시간, 건조온도 및 건조시간의 부호값의 경우 각각 0.00, 0.00 및 0.47이었고, 이를 실제값으로 환산하는 경우 각각 180.0분, 60.0°C 및 388.2분이었다. 이들 조건에서 제조된 연어 육포의

절단강도는 9.5 kg/cm<sup>2</sup>으로 예측되었다. 연어 육포의 종합적 기호도에 대한 목표값을 고려한 최적값은 침지시간, 건조온도 및 건조시간의 부호값의 경우 각각 0.15, 0.15 및 -0.05이었고, 이를 실제값으로 환산하는 경우 각각 189.0분, 61.5°C 및 357.0분이었다. 이들 조건에서 제조된 연어 육포의 종합적 기호도는 8.3점으로 예측되었다. 연어 육포의 수분, 절단강도 및 종합적 기호도를 모두 충족할 수 있는 최적 침지시간, 건조온도 및 건조시간은 부호값의 경우 각각 0.05, 0.25 및 -0.15이었고, 이를 실제값으로 환산하는 경우 각각 183.0분, 62.5°C 및 351.0분이었다. 이들 최적 조건을 적용하여 연어 육포를 제조하였을 때, 수분, 절단강도 및 종합적 기호도의 예측값은 각각 18.0 g/100 g, 9.2 kg/cm<sup>2</sup> 및 8.2점이었고, 이들 최적조건으로 제조되어진 연어 육포의 이들 항목에 대한 실제 측정값은 각각 18.2±0.4 g/100 g, 9.1±0.3 kg/cm<sup>2</sup> 및 8.4±0.3점으로 예측값과 차이가 인정되지 않았다( $P>0.05$ ) (Table 8).

이상의 결과로 미루어 보아 제시된 반응표면 모델은 연어 육포의 향미 부여 및 조직감 개선을 위한 침지시간, 건조 온도 및 건조시간의 최적 모델이라 판단되었다.

### 연어 육포의 최적 제조공정 표준화

이상에서 검토한 연어 육포용 조미소스의 제조를 위한 최적 배합 조건(소금 및 아미노산 질소)에 대한 염도 및 아미노산 질소, 연어 육포 제조를 위한 침지시간(연어 육포용 조미소스) 및 건조조건(온도 및 시간)에 대한 수분, 아미노산 질소 및 종합적 기호도 등의 결과로부터 연어 육포의 최적 가공조건을 도식화 하면 Fig. 1과 같다. 연어 육포용 조미소스의 제조를 위한 추출물은 가공용수 61.7% (w/v)에 대하여 부원료는 고춧가루(1.2%, w/v), 양파(4.2%, w/v), 소금(1.2%, w/v), 설탕(7.0%, w/v), 고과당(10.5%, w/v), 아미노베이스(12.9%, w/v), 생강가루(0.3%, w/v)를 첨가한 다음, 이의 용해, 추출 및 살균을 위하여 가압추출(121°C, 1분)을 하여 제조하였다. 이때, 액만을 분리하기 위하여 여과(60 mesh)를 실시하였으며, 이를 급냉한 다음 50±3°C 부근이 되는 경우 혼연액 1.0%를 첨가하고 냉각하여 제조하였다.

연어 육포는 냉동 필렛 연어를 frozen-slicer로 절단(길이 20

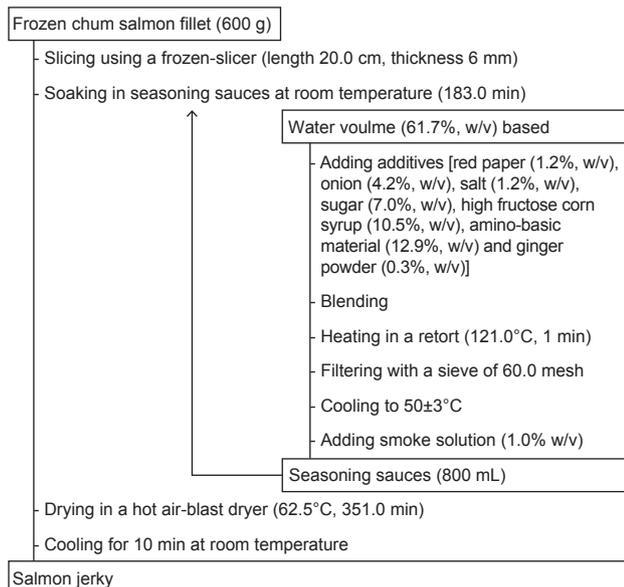


Fig. 1. Standardization of optimum manufacturing process of seasoned salmon *Oncorhynchus keta* jerky.

Table 9. Results on the sensory evaluation of seasoned salmon *Oncorhynchus keta* jerky prepared in this experiment and commercial jerky

Jerky	Sensory evaluation (score)			
	Taste	Flavor	Texture	Overall acceptance
Commercial	5.0±0.0 <sup>a1</sup>	5.0±0.0 <sup>a</sup>	5.0±0.0 <sup>a</sup>	5.0±0.0 <sup>a</sup>
Seasoned salmon jerky	8.3±0.2 <sup>b</sup>	7.2±0.6 <sup>b</sup>	7.9±0.6 <sup>b</sup>	8.4±0.5 <sup>b</sup>

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

cm, 두께 6 mm)하여 슬라이스 처리(sliced) 연어를 제조하였고, 이의 600 g을 조미소스(800 mL)에 침지(상온에서 183.0분 동안 처리)한 후, 이를 열풍 건조기(주문제작)로 건조(62.5°C, 351.0분 동안 처리)를 실시한 후, 10분간 상온에서 냉각하여 제조하였다.

### 최적 연어 육포의 관능적 품질 특성

시판 연어 육포의 관능 항목(맛, 향, 조직감을 종합적으로 고려)을 기준점인 5점으로 하고, 시제 연어 육포의 관능 특성이 이보다 우수한 경우 6-9점, 열악한 경우 4-1점으로 하는 9단계 평점법으로 평가하여 살펴본 패널에 의한 관능특성은 Table 9와 같다. 시제 연어 육포의 패널에 의한 관능평점은 맛이 8.3점, 향이 7.2점, 조직감이 7.9점으로 대조구인 시판 연어 육포에 비하여 모든 항목에서 유의적으로 우수하였다( $P < 0.05$ ). 이와 같이 시제 연어 육포가 시판 육포에 비하여 맛과 향이 우수한 것은 조미소스와 가공공정 중 최적화한 건조조건의 영향이라 판단되었고, 조직감의 경우 적절한 건조조건과 당의 처리 때문이라 판단되었다.

## 사 사

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

## References

- Bezerra MA, Santelli RE, Oliveira EP, Villar LS and Escaleira 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>.
- Di Toro J, Branciarri R, Roila R, Altissimi S, Jang H, Zhou K, Perucci S, Conдини M and Ranucci D. 2019. Efficacy of an aromatic vinegar in reducing psychrotrophic bacteria and biogenic amines in salmon fillets *Salmo salar* stored in modified atmosphere packaging. *Pol J Food Nutr Sci* 69, 397-405. <https://doi.org/10.31883/pjfn/112643>.
- Groot C and Margolis L. 1991. Pacific salmon life histories. UBC Press, Vancouver, Canada, 233-250.
- Gu R, Fu W and Yin Y. 2008. Development on mutton jerky of fermentation. *Meat Industry* 5, 21-24.
- Heu MS, Kim HJ, Ham JS, Park SH, Kim HS, Kang KT, Jee SJ, Lee JH and Kim JS. 2008. Preparation and quality characteristics of seasoned and dried fish slice products using rainbow trout *Onchorhynchus mykiss*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37, 348-356. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2008.37.3.348>.
- Horowitz JM. 2002. 10 Foods that pack a wallop. *Time* 159, 76-81.
- Hwang EG, Yi JK, Ha JJ, Oh DY and Kim BK. 2015. Physicochemical properties of pork jerky supplemented with ginseng and ginseng powders during curing ginseng powders during curing. *J Agric Life Sci* 49, 173-187. <https://doi.org/10.14397/jals.2015.49.4.173>.
- Jung BM, Chung GH and Shin TS. 2002. Physicochemical characteristics of seasoned and dried a redlip croaker *Pseudosciaena crocea* fillet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31, 553-558. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2002.31.4.553>.
- KFN (The Korean Society of Food Science and Nutrition). 2000. Handbook of experiments in food science and nutrition: Food. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea, 194-200.
- 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.
- Kim IS, Jin SK, Park KH, Kim DH, Hah KH, Park ST, Kwak KR, Park JK and Kang YS. 2006. Changes in quality characteristics of venison jerky manufactured under different dry time during storage. *Korean J Food Sci Ani Resour* 26, 166-174.
- Kim YJ, Kim MW, Kim MJ, Lee SG, Park SY and Kim JS. 2016. Sensory characterization of fish jerky produced from frame muscle of the sea rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Korean J Fish Aquat Sci* 49, 270-276. <https://doi.org/10.5657/kfas.2016.0270>.
- Landazuri-Tveteraas U, Asche F, Gordon DV and Tveteraas SL. 2018. Farmed fish to supermarket: Testing for price leadership and price transmission in the salmon supply chain. *Aquacult Econ Manag* 22, 131-149. <https://doi.org/10.1080/13657305.2017.1284943>.
- Lee JA and Kim HY. 2016. Development of restructured chicken thigh jerky added with red pepper seed powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45, 1333-1337. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2016.45.9.1333>.
- Lee SK, Kim ST, Kim HJ and Kang CG. 1997. Effects of temperature and time on physicochemical properties of Korean goat meat jerky during drying. *Korean J Food Sci Ani Resour* 17, 184-189.
- Li L, Cao R, He X and Zhang L. 2008. The processing technology of goose jerky. *Meat Research* 11, 35-39.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2018. Korean food code. chapter 7. General analytical method. Retrieved from [http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01\\_02.jsp?idx=263](http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_02.jsp?idx=263) on May 23, 2018.
- Nongtaodum S, Raksakulthai N and Chaiyawat M. 2005. Product development of crocodile jerky. *Kasetsart J Nat Sci* 39, 300-307.
- Oh JS, Park JN, Kim JH, Lee JW, Byun MW and Chun SS. 2007. Quality characteristics of pork jerky added with *Capsicum annum* L. and *Prunus mume* Sieb. et Zucc. extract. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36, 81-86. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2007.36.1.081>.
- Park CJ and Park CS. 2007. The effects of drying method and spice extracts added to beef jerky on the quality characteristics

- tics of beef jerky. *Korean J Food Cookery Sci* 23, 800-809.
- Park GS, Lee SJ and Jeong ES. 2002. The quality characteristics of beef jerky according to the kinds of saccharides and the concentrations of green tea powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31, 230-235. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2002.31.2.230>.
- Park SY and Kim HY. 2016. Effects of black rice powder concentration on quality properties of pork restructured jerky. *Korean J Food Sci Technol* 48, 474-478. <http://dx.doi.org/10.9721/KJFST.2016.48.5.474>
- Yang CY. 2006. Physicochemical properties of chicken jerky with pear, pineapple and kiwi extracts. *Culi Sci Hos Res* 12, 237-250.
- 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>.