

# 다당류 및 TGase를 처리한 동결 무지개송어(*Oncorhynchus mykiss*)를 활용한 라이스페이퍼롤의 품질 특성

박혜민<sup>†</sup> · 이종봉<sup>†</sup> · 안병규 · 이우진 · 인정진 · 한형구 · 손승아 · 배연주 · 심길보\*

부경대학교 식품공학과

## Quality Characteristics of Rice Paper Roll with Frozen Rainbow Trout *Oncorhynchus mykiss* Meat Treated with Polysaccharide and TGase

Hye Min Park<sup>†</sup>, Jong Bong Lee<sup>†</sup>, Byoung Kyu An, Woo Jin Lee, Jung-Jin In, Hyeong Gu Han, Seung Ah Son, Yeon Joo Bae and Kil Bo Shim\*

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

This study was conducted to optimize the rice paper roll processing conditions with frozen rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* meat (RPR-FRT) treated with polysaccharide and TGase using a response surface methodology and to examine their quality characteristics. The RSM results for the RPR-FRT showed that the optimum condition for the garlic-pepper mixture was 21.2 g and that for starch was 22.6 g based on 150 g of RPR-FRT. The RPR-FRT contained 58.47 g/100 g of moisture, 8.57 g/100 g of crude protein, 3.28 g/100 g of crude lipid, and 1.00 g/100 g of ash. The vitamin E content was 1,010.91 µg/100 g. Based on their contents, the samples could be considered good supplements for P, Cr, and Se. The RPR-FRT contained unsaturated fatty acids (75.84%), DHA (10.33%), and EPA (2.56%). Anserine, arginine, glycine, and taurine accounted for 41.93%, 11.27%, 7.13%, and 7.00% of free amino acids in the RPR-FRT, respectively. The sulfur compounds in the RPR-FRT constituted 73.16% of the total flavor compounds. The RPR-FRT prepared using the optimum conditions was superior in masking off-flavor and showed improved nutritional content.

Keywords: Garlic-pepper mixture, Off-flavor, Rice paper roll, Rainbow trout, Vitamin E

### 서론

무지개송어는 연어목 연어과에 속하는 대표적인 내수면 양식 어종이며, 우리나라의 무지개송어 양식은 1965년부터 시작되어 현재 연간 생산량이 3,000톤 내외의 수준이다. 양식산 무지개송어는 대부분 현지에서 횡감이나 매운탕 등으로 소비되는데, COVID-19 사태 등으로 소비자들의 외식규모가 줄어들어 따라 소비량이 감소하였다(Lee and Kang, 2017). 소비량 감소는 공급불안정으로 생산현장에서는 대량의 잉여 생산물이 발생하고, 사료 등으로의 제한적인 활용으로 대부분 폐기되고 있다. 이러한 생산물은 동결하였다가 필요한 시기에 해동하여 수산식품의 원료로 사용하면 되지만, 동결 저장은 반드시 해동 과정에서 거치면서 조직감 저하 및 드립(drip) 발생으로 인해 품

질 저하, 병원성 미생물 증식 등의 문제가 발생할 수 있다(Lee and Kim, 2021). 또한 무지개송어를 가공품으로 이용 시 어류의 비린내와 특이적인 흙 냄새 또한 문제가 된다(Lindholm-Lehto, 2022). 동결 어육의 비린내 등 불필요한 이취 문제는 마스킹(masking) 등의 공정을 통해 개선하고(Kang et al., 2021), 품질저하 및 저장성 문제를 해결하기 위해 transglutaminase (TGase) 및 carrageenan의 활용법이 연구되고 있다. TGase를 첨가한 어육의 경우 단백질간 결합을 통해 고분자를 형성하여 탄력 보강제의 역할을 함으로써 식감 개선효과를 가지며(Lee and Chin, 2010; Sun and Holly, 2011), carrageenan 첨가 시 보수력 향상으로 인한 겔 품질 개선효과가 보고되었다(Son et al., 2009). 최근 라이스페이퍼를 이용한 다양한 축육 및 어육 제품이 출시되고 있는데, 라이스페이퍼는 증기로 열처리한 경우 쪄

\*Corresponding author: Tel: +82. 51. 629. 5834 Fax: +82. 51. 629. 5824

E-mail address: kbshim@pknu.ac.kr <sup>†</sup>Contributed equally.



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.2023.0585>

Korean J Fish Aquat Sci 56(5), 585-595, October 2023

Received 21 January 2023; Revised 15 May 2023; Accepted 4 September 2023

저자 직위: 박혜민(대학원생), 이종봉(대학원생), 안병규(대학원생), 이우진(대학원생), 인정진(대학원생), 한형구(대학원생), 손승아(대학원생), 배연주(대학원생), 심길보(교수)

깃한 식감을 가지고, 튀길 경우 바삭한 식감을 가져 소비자들의 인기를 얻고 있다(aT, 2020). 라이스페이퍼는 기타 곡물 조제품으로 분류되어 2019년 수입액 29,289천달러로 전체 곡류 가공품 중 2016년부터 최근 5년간 수입액 1위를 차지하고 있으며, 그중 라이스페이퍼는 22%의 비율을 차지하고 있다. 또한 라이스페이퍼는 전 연령대에서 소비량이 증가하고 있다(aT, 2020).

따라서 본 연구에서는 TGase와 carrageenan을 이용하여 물성을 개선한 동결 무지개송어육을 라이스페이퍼에 감싸 새로운 식감을 주는 라이스페이퍼를 개발하고자 하였다. 이를 위하여 무지개송어의 특이적인 흠 냄새 등을 개선하기 위해 마늘 및 후추 등 부재료와 식감 개선을 위한 전분의 최적 첨가량 등 라이스페이퍼를 최적제조조건을 찾고자 하였으며, 최적 제조조건으로 제조된 무지개송어 라이스페이퍼의 물성, 영양성분 및 향기성분 등 품질 특성을 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 원료로 사용한 무지개송어(*Oncorhynchus mykiss*)는 2022년 6월에 경상북도 상주에 위치한 양식장에서 비상품화 개체로 분류되어 머리 및 내장을 제거하여  $-20^{\circ}\text{C}$ 에서 1개월 이내로 동결저장한 개체이며, 실험실로 운반 후  $4^{\circ}\text{C}$ 에서 해동하여 사용하였다. TGase (Yiming Biological Technology Co., Ltd, Taixing, China) 및 kappa carrageenan (ES Food, Gunpo, Korea)은 온라인에서 구매하였고, 소금(Sajo Daerim Co., Ltd.,

Ansan, Korea), 후추(Ottogi Co., Ltd., Anyang, Korea), 전분(Young Heung Groceries Co., Ltd., Eumseong, Korea), 다진 마늘(Greenpia Co., Ltd., Imsil, Korea), 굴소스(Ottogi Co., Ltd., Anyang, Korea)는 부산광역시 남구 소재의 마트에서 구매하였다.

### 반응표면분석법의 중심합성계획법 설계

동결 무지개송어육의 식감, 향 등 관능적 요소에 영향을 주는 요인을 독립변수로 설정하였다( $X_1$ , garlic-pepper mixture;  $X_2$ , starch). 반응 표면 분석법은 중심합성계획법(central composite design)에 따라 5단계 부호화 하였다. 동결 무지개송어육 150 g을 기준으로 함량별로 독립변수를 첨가한 11종류의 시료를 무작위로 제조한 후 중속변수를 측정하였다( $Y_1$ , texture;  $Y_2$ , overall acceptance). 예비실험을 통해 중심값을 설정하였으며, 4개의 부분요인 설계(fractional factorial design), 4개의 축점(axial portion) 및 3개의 중심점(center point)으로 구성하여 설계하였다(Table 1).

### 반응표면분석법의 회귀분석 및 최적화

무지개송어육의 향기 등의 가공특성을 향상시키기 위해 이용한 마늘-후추 혼합물 및 전분의 함량을 결정하기 위해 MINITAB 통계 프로그램(Ver 19; Minitab Inc., State College, PA, USA)을 이용하여 회귀분석 및 최적화를 실시하였다.

무작위로 제작된 11종류 시료의 실험 결과를 토대로 상호 관계에 따라 제시되는 회귀 계수 및 분산분석 결과를 확인하였다.

Table 1. Experimental range and values of independent variables in the central composite design and central composite design matrix and values of dependent variables rice paper roll with frozen rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* mince

Independent variables	Range and levels						
	-1.414	-1	0	1	1.414		
$X_1$	5	8	15	22	25		
$X_2$	0	15	40	65	80		
Run no.	Coded value		Response		Response		
	$X_1$	$X_2$	$X_1$	$X_2$	$Y_1$	$Y_2$	
Fractional factorial design	1	-1	-1	8	15	271,067	4.78
	2	1	-1	22	15	261,333	5.50
	3	-1	1	8	65	348,433	3.33
	4	1	1	22	65	321,567	3.50
	5	-1.414	0	5	40	289,567	3.18
Axial portion	6	1.414	0	25	40	165,333	4.95
	7	0	-1.414	15	0	209,100	5.50
	8	0	1.414	15	80	322,633	2.85
Center point	9	0	0	15	40	261,100	4.83
	10	0	0	15	40	260,100	5.60
	11	0	0	15	40	330,850	5.03

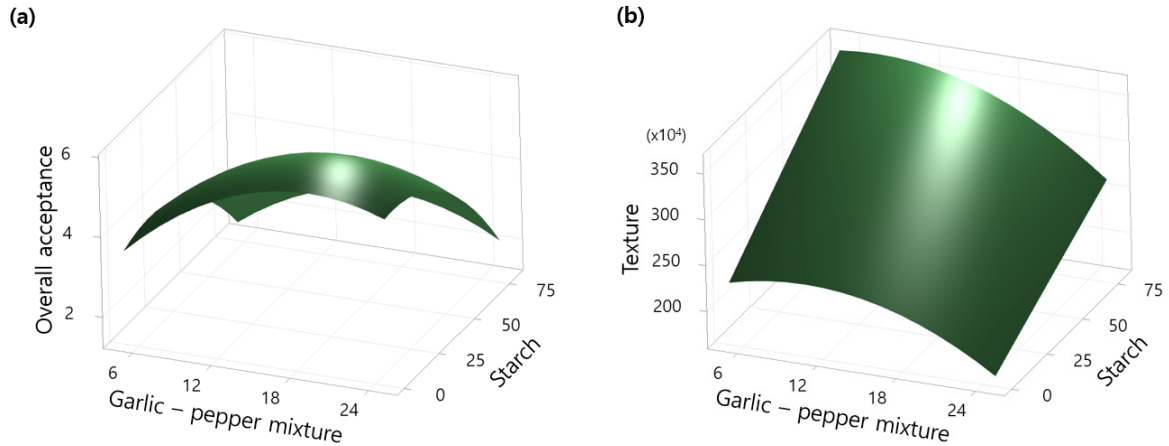


Fig. 1. Three-dimensional response surface graph of each dependent variable. a: X axis, garlic pepper mixture (g); Y axis, starch (g); Z axis, overall acceptance. b: X axis, garlic pepper mixture (g); Y axis, starch (g); Z axis, Texture (N/m<sup>2</sup>).

본 결과를 통해 모델(model), 1차항(liner), 2차항(quadratic), 교차항(cross-product) 및 적합성 결여(lack of fit)의 유의성 인정여부(P<0.05)를 확인하여 각 실험 결과의 타당성을 입증하였다(Table 2). 적합성 검증 후 목표값을 설정하여 반응최적화(response optimizer)를 실시하였다. 부호값(coded value)을 실제값(actual value)으로 환산하여 최적 예측치(predicted value)를 얻었고 실험을 통한 실험치(experimental value)와 비교하였다(Bezerra et al., 2008). 각 종속변수의 회귀 방정식에 의한 3차원 표면 그래프는 MINITAB 통계 프로그램(Ver 19; Minitab Inc.)를 이용하여 나타내었다(Fig. 1). 본 실험에서 반응 최적화의 목표값 설정은 관능평가 결과를 기반으로 하였다. Y<sub>1</sub>은 관능평가 중 식감에서 고평가받은 항목의 경도(hardness, N/m<sup>2</sup>)를 이용하였으며, Y<sub>2</sub>는 관능평가 결과의 평균을 종합기호도로 하여 산출하였다.

**동결 무지개송어육을 이용한 라이스페이퍼롤 제조과정**

-20°C에서 동결된 무지개송어육은 4°C에서 해동 후, chopping 하여 준비하였다. 이후(Lee et al., 2023)에 따라 TGase, carageenan 무지개송어육 중량의 1%와 함께 소금, 굴소스, 간장을 첨가하여 food processor (SF-100; SAMWOO Industry CO., Daegu, Korea)를 이용하여 1차 고기갈이 하였으며, 전분, 마늘-후추(9:1, w:w) 혼합물을 첨가하여 2차 고기갈이 하였다.

무지개송어와 부재료 혼합물을 라이스페이퍼로 말아 롤 형태로 성형한 후, 100°C에서 10분간 증기로 열처리하였다(Fig. 2).

**물성 측정**

물성 측정은 Casas et al. (2006)을 변형하여 측정하였다. 가로 80 mm, 세로 20 mm, 높이 10 mm로 성형된 시료를 10 kg 로드 셀이 장착된 texture analyzer (CR-100; Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)에 절단용 치형 probe (너비 20 mm, 폭 20 mm, 높이 10 mm, 각도 40°)를 장착하여 시료를 절단하여 경도(hardness, N/m<sup>2</sup>)를 측정하였다.

**일반성분 분석**

일반성분 분석은 AOAC (1995)의 방법에 따라 진행하였다. 수분은 105°C 상압가열건조법, 조단백질은 semi-micro Kjeldahl법, 조지방은 soxhlet법, 회분은 직접회화법을 이용하여 각각 분석하였다.

**지용성 비타민 함량 측정**

비타민 A 및 E는 식품공전(MFDS, 2022a)에서 언급된 고속액체크로마토그래프에 의한 정량법을 변형하여 전처리 및 분석하였다. 비타민 A 및 E의 함량 분석은 라이스페이퍼롤 5 g을 식품공전(MFDS, 2022a)에 따라 추출 및 농축한 후, 3 mL 메탄올에 녹여 시험용액으로 이용하였다.

비타민 A와 E의 분석 시 C30 column (Develosil RPAQUEOUS; Nomura Chemical, Aichi, Japan; 4.6 × 250 mm, s-5 μm)이 장착된 HPLC (1260 infinity; Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)을 사용하였으며, 컬럼 온도는 30°C, 이동상은 methanol 95%와 formic acid (99%; Samchun Chemical, Seoul, Korea)를 0.1%가한 water 5%를 혼합하여 1.2 mL/min 속도로 주입하였다.

Table 2. Polynomial equations calculated by RSM program for rice paper roll with frozen rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* mince

Dependent variables	P-value					R <sup>2</sup>
	Model	Linear	Quadratic	Cross-product	Lack of fit	
Y <sub>1</sub>	0.306	0.817	0.712	0.865	0.396	0.61
Y <sub>2</sub>	0.005	0.0025	0.028	0.479	0.647	0.94

### 무기질 함량 분석

무기질은 시료의 전처리 시 균질화한 동결 건조된 시료 0.3 g을 microwave 분해용기에 취하여 65% 질산 10 mL를 가한 후, Microwave Digestion System (MARS-6; CEM Co., Matthews, NC, USA)을 이용하여 시료를 분해하였다(1,800 W, 190°C, 45분). 분해물을 50 mL로 정용 후, 5 mL를 취하여 탈 이온수로 20 mL 정용하여 시험용액으로 사용하였다.

무기질의 분석은 식품공전(MFDS, 2022a)에 따라 다량 무기질의 경우 ICP-OES (Optima 7300DV; Perkin-Elmer, Shelton, CT, USA), 미량 무기질의 경우 ICP-MS (NexION 300D; Perkin-Elmer)을 이용하여 분석하였다.

### 지방산 함량 측정

지방산은 chloroform-methanol (2:1, v/v) 혼합액을 추출 용매로 사용하는 Bligh and Dyer (1959) 법으로 추출하였다.

내부 표준물질은 glyceryl triundecanoate (98%; Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) 1 mL를 chloroform 용액에 녹여 10 mL가 되도록 하였다. 식품공전(MFDS, 2022a)에 따라 methyl ester한 지방산을 SPTM -2560 FUSED SILICA capillary column (100 m×0.25 mm, 0.2 µm; Supelco Inc., Bellefonte, PA, USA)을 장착한 GC (Shimadzu 17A; Shimadzu Seisakusho CO., Ltd, Kyoto, Japan)를 이용하여 분석하였다

### 유리아미노산 함량 측정

유리아미노산은 시료 5 g에 5% TCA (trichloroacetic acid; Sigma-Aldrich) 15 mL를 첨가하여 homogenizer (9,000 rpm, 1분)를 이용하여 균질화한 후 실온에서 30분 방치시켜 단백질을 침전시켰다. 원심분리(8,000 g, 15분) 하여 상층액을 lithium loading buffer (pH 2.0) 50 mL로 정용한 후 0.45 µm syringe filter로 여과하여 vial에 담아 amino acids analyzer (L-8900; Hitachi-Hitech, Tokyo, Japan)로 분석하였다.

### 향기성분 함량 분석

향기성분은 시료 2 g을 40 mL amber vial에 담은 뒤 silicone septa (22 mm; Supelco)과 screw cap으로 밀봉하여 40°C 항온 수조에서 1시간 동안 SPME (solid phase micro extraction) fiber (50/30 µm DVB/CAR/PDMS 2 cm; Supelco)에 흡착하여 추출되도록 하였다. 추출이 끝난 후, SPME fiber를 GC injection port에서 250°C의 온도로 2분간 열탈착하였다. 향기성분의 기기분석을 위해 GC-MS (QP-2010 Ultra; Shimadzu Co., Ltd, Kyoto, Japan)을 사용하였고, DB-WAX column (60 m×0.25 mm i.d., 0.25 mm film thickness; Agilent Technologies)을 사용하였다. Carrier gas는 He를 사용하였으며 유속은 1.0 mL/min, 주입은 split ratio 5:1로 설정하였다. Oven programming은 50°C에서 2분간 유지 후, 210°C까지 2.5°C/min의 속도로 상승시켜 2분 동안 유지하였고 mass spectrum은 70 eV, full scan

mode에서 35–400 (m/z)의 범위로 진행하였다. 화합물의 정성 분석은 질량 스펙트럼을 NIST (National Institute of Standards and Technology)의 질량 스펙트럼 데이터와 비교하여 수행하였으며, 정량분석은 1,2-Dichlorobenzene-d4 solution (2000 µg/mL, Sigma-Aldrich)를 내부표준물질로 사용하였다. RI의 경우 Alkanes (C7–C30 Saturated, each 1,000 µg/mL; Sigma-Aldrich)를 사용하여 계산하였고 이를 NIST (National Institute of Standards and Technology) 라이브러리와 비교하였다.

$$I_A = 100 \times \left[ n + (N - n) \frac{T_{r(A)} - T_{r(n)}}{T_{r(N)} - T_{r(n)}} \right]$$

$I_A$ , Kováts index of compound A

$n$ , Number of carbon atoms in the smaller n-alkane eluting before compound A

$N$ , Number of carbon atoms in the larger n-alkane eluting after compound A

$T_{r(A)}$ , Retention time of compound A

$T_{r(n)}$ , Retention time of the smaller n-alkane eluting before compound A

$T_{r(N)}$ , Retention time of the larger n-alkane eluting after compound A

## 결과 및 고찰

### 최적 배합비 및 제조공정 최적화

동결 무지개송어육을 이용한 라이스페이퍼를 제조를 위한 부재료인 마늘-후추 혼합물과 전분의 최적 배합비를 결정하기 위하여 식감( $Y_1$ , texture) 및 종합기호도( $Y_2$ , overall acceptance)의 상관관계를 분산분석(ANOVA test)한 결과, 식감의 경우 model의 유의성이 0.05 이상으로 적합한 모델로 간주하였고, 종합기호도의 경우 적합성 결정계수인  $R^2$ 가 0.94로 1에 근접하여 적합한 모형으로 간주하였다(Isa et al., 2011; Shin et al., 2020). 식감의 변화 경향에서 마늘-후추 혼합물의 첨가량이 10 g 이전에서 증가하지만, 이후에서 감소하는 경향을 보였고, 전분은 첨가량과 비례적으로 식감을 증가시키는 경향을 보였다. 종합기호도는 식감과 대조적으로 전분의 첨가에 따라 급격하게 낮아졌고, 마늘-후추 혼합물의 첨가와 비례적으로 증가하는 경향을 보인다. 각 종속변수의 목표값 설정 시 식감은 가장 기호성이 높은 시료의 물성 값( $225.55 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ )으로, 종합기호도는 최대값으로 설정하였다. 최적조건은 마늘-후추 혼합물이 21.2 g, 전분이 22.6 g으로 나타났으며, 종합만족도는 0.996으로 최적화가 적절하다고 판단하였다(Table 3). 따라서 동결 무지개송어육을 이용한 라이스페이퍼를 제조를 위한 최적 배합비는 무지개송어육 150 g을 기준으로 TGase 1 g, carrageenan 1 g, 간장 9 g, 굴소스 0.5 g, 소금 0.6 g, 마늘-후추 혼합물 21 g과 전분 23 g이며, 최적 배합비를 이용한 동결 무지개송어육 100 g

당 최적 라이스페이퍼롤 제조공정을 Fig. 2와 같이 확립하였다.

일반성분 및 지용성 비타민 A 및 E함량

동결 무지개송어육을 이용한 라이스페이퍼롤의 수분함량은 58.47 g/100 g, 조단백 함량은 8.57 g/100 g, 조지방 함량은 3.28 g/100 g, 회분 함량은 1.00 g/100 g, 탄수화물 함량이 27.72 g/100 g이었다(Table 4). 일반적인 무지개송어육의 수분 함량은 71.9 g/100 g, 조단백질은 20.5 g/100 g, 조지방 함량은 3.46 g/100 g, 회분 함량은 1.31 g/100 g이다(USDA, 2019a). 이러한 차이는 라이스페이퍼롤 제조 시 라이스페이퍼의 비율이 약 30%로 라이스페이퍼 및 부재료 첨가에 따른 비율 변화로 판단된다. 라이스페이퍼롤의 비타민 함량은 비타민 A 함량이 3.40 µg/100 g, 비타민 E 함량이 1,010.91 µg/100 g으로 비타민 E의 경우 100 g 섭취 시 성인의 1일 권장섭취량인 12 mg의 8.42% 수준이다. 반면, 무지개송어육의 비타민 함량은 비타민 A의 경우 19 µg/100 g (USDA, 2019a), 비타민 E의 경우 Chen et al. (2008)에서 1,650 µg/100 g 수준으로 보고되고 있다. 라이스페이퍼롤의 비타민 함량은 근육 대비 비타민 A 및 E 각각 20%, 60% 수준이다. 비타민 A 및 E와 같은 지용성 비타민은 고온상태에서 산소에 노출되었을 때 특히 불안정하고, 지질 산화물과 신속히 반응하며 수분보다 온도, 산소에 영향을 많이 받는다(Ottaway, 1993). 라이스페이퍼롤과 무지개송어육의 비타민 A 및 E 함량의 차이는 부재료 첨가로 인한 송어육 비율 감소 및 가열 조리 시 열, 증기 접촉으로 인한 지용성 비타민의 일부 파괴로 판단된다.

무기질 함량

동결 무지개송어육을 이용한 라이스 페이퍼 롤의 다량 무기

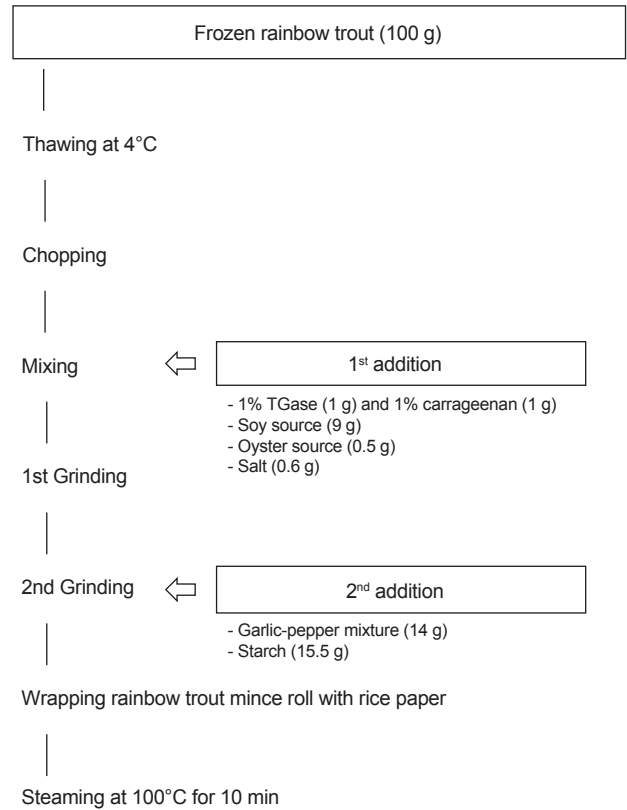


Fig. 2. Optimum processing procedure for rice paper roll with frozen rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* mince with 1% TGase, 1% carrageenan, garlic-pepper mixture, oyster source, soy source, salt and starch.

Table 3. Optimal conditions predicted for preparation of rice paper roll with frozen rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* mince obtained by MINITAB program

Response	value	X1	X2
Y <sub>1</sub>	T	225.55×10 <sup>5</sup>	225.55×10 <sup>5</sup>
	C	0.09	-1.413
	A	15.07	0.03
Y <sub>2</sub>	T	Max	Max
	C	0.56	-1.07
	A	18.9	9.69
Multiple Response optimization	C	0.88	-0.80
	A	21.2295	22.6594
	P	Y <sub>1</sub> , 225.95×10 <sup>5</sup> ; Y <sub>2</sub> , 5.6056	

질 및 미량 무기질 함량을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 라이스페이퍼롤에 함유된 무기질 중 영양섭취기준(MFDS, 2022b) 충족률이 높은 주요 무기질은 P, Cr, Se으로 각각 99.38 mg/100 g, 17.75 mg/100 g, 8.89 µg/100 g 함유되어있다. 라이스페이퍼롤 100 g 섭취 시 P, Cr, Se 각각 성인 남성 1인 권장 섭취량의 14.2%, 59.17%, 14.82% 충족시켜 무기질 보강 효과를 기대할 수 있을 것으로 예상된다. 반면 무지개송어육의 P는 271 mg/100 g, Se 12.6 µg/100 g (USDA, 2019a)으로 라이스페이퍼롤의 무기질 함량이 상대적으로 낮다. 이는 가공 시 첨가되는 부재료 및 라이스페이퍼에 의해 함량이 감소된 것으로 판단된다. 유해 무기질인 중금속의 경우 Pb 1.63 µg/100 g, Cd 0.07 µg/100 g으로 나타났다. 본 연구의 라이스페이퍼롤은 Pb, Cd 함량이 담수어의 중금속 안전관리기준 Pb 0.5 mg/kg, Cd 0.1 mg/kg 이하(MFDS, 2022c)이므로 안전관리기준에 부합하였다.

### 지방산 함량 측정

동결 무지개송어육을 이용한 라이스페이퍼롤의 지방산 함량은 Table 6과 같다. 라이스페이퍼롤의 지방산 종류는 포화지방산 9종, 단일불포화지방산 8종, 다가불포화지방산 10종이며, 지방산 조성은 단일불포화지방산 41.37%, 다가불포화지방산 34.47%, 포화지방산 24.16% 순으로 불포화지방산이 주를 이룬다. 라이스페이퍼롤은 주요 구성 지방산은 포화지방산에서 16:0 (15.90%), 18:0 (4.79%), 14:0 (2.40%)이었으며 불포화지방산의 경우 18:1n-9c (34.54%), 18:2n-6c (14.35%), 22:6n-3 (10.33%)로 나타났다. DHA (docosahexaenoic acid, 22:6n-3)와 EPA (eicosapentaenoic acid, 20:5n-3)는 라이스페이퍼롤에 각각 10.33% (187.44 mg/100 g), 2.53% g (45.91 mg/100 g)로 100 섭취 시 233.35 mg을 섭취할 수 있다. 이는 20대 성인 남성의 1일 충분 섭취량인 210 mg을 충족시킬 수 있는 양이다. 연어 (USDA, 2019b)의 DHA 및 EPA 함량과 비교하였을 연어육의 DHA, EPA 함량은 각각 182 mg/100 g, 333 mg/100 g으로 총 515 mg/100 g이다. 라이스페이퍼롤의 무지개송어육 함량은 약 48%로 무지개송어와 연어의 DHA, EPA 함량은 큰 차이가 없음을 알 수 있었다. 따라서 라이스페이퍼롤의 지방산 조성 및 함

Table 4. Nutrient composition of rice paper roll with frozen rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* mince

Nutrient composition		
Proximate composition (g/100 g)	Moisture	58.47±0.83
	Crude protein	8.57±0.11
	Crude lipid	3.28±0.14
	Ash	1.00±0.06
	Carbohydrate	27.72±1.07
Vitamin (µg/100 g)	Vitamin A	3.40±0.28
	Vitamin E	1,010.91±70.72

량이 영양적으로 우수하다고 판단하였다.

### 유리아미노산 함량

동결 무지개송어육을 이용한 라이스페이퍼롤의 유리아미노산 총량은 225.01 mg/100 g으로 나타났다(Table 7). 주요 유리아미노산의 경우 anserine (41.93%), arginine (11.27%), glycine (7.13%), histidine (5.13%), taurine (7.00%)이었다. 무지개송어 통조림 및 무지개송어육의 유리아미노산 분석 결과에서 무지개송어 통조림의 경우 23종 동정되었으며 총 함량은 330.9 mg/100 g, 무지개송어 근육에서 27종 동정되었으며 총 함량은 507.6 mg/100 g으로 나타났다. 무지개송어 통조림의 주요 유리아미노산은 alanine (6.0%), anserine (37.5%), glutamic acid (20.7%), histidine (3.7%), taurine (6.5%)이었고, 무지개송어육의 주요 유리아미노산의 경우 alanine (5.8%), anserine (29.5%), glutamic acid (24.2%), glycine (3.3%), taurine (6.2%)이었다(Kang et al., 2007).

### 향기성분 함량 분석

동결 무지개송어육을 이용한 라이스페이퍼롤에서 확인된 향기성분은 총 75종으로, hydrocarbons류가 39종으로 다수 동정되었으며 alcohols류 15종, sulfur compounds류 12종, aldehydes류 6종, ketones류 8종, acids류 2종, furans & pyridines류 2종이 동정되었다(Table 8).

Table 5. Mineral composition of rice paper roll with frozen rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* mince

Mineral composition	
Macro mineral (mg/100 g)	
Na	200.90±4.53
Mg	19.27±0.72
P	99.38±2.38
S	82.56±1.62
K	179.53±2.33
Ca	11.89±0.09
Fe	0.56±0.02
Zn	0.45±0.01
Cr	17.75±0.12
Micro mineral (µg/100 g)	
Mn	115.01±4.92
Co	0.44±0.00
Se	8.89±0.01
Mo	1.05±0.05
Heavy metal (µg/100 g)	
Pb	1.63±0.01
Cd	0.07±0.00

향기성분 분석 결과 어류의 기호성을 저하시키는 주요 휘발 성분으로 흙, 곰팡이 냄새와 연관된 hexanal과 1-octen-3-ol이

Table 6. Fatty acid contents (mg/100 g) of rice paper roll with frozen rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* mince

Fatty acids	Contents (mg/100 g)	Contents (%)
C12:0 (Dodecanoic)	4.29	0.24
C13:0 (Tridecanoic)	1.23	0.07
C14:0 (Tetradecanoic)	43.48	2.40
C15:0 (Pentadecanoic)	4.66	0.26
C16:0 (Hexadecanoic)	288.48	15.90
C17:0 (Heptadecanoic)	5.26	0.29
C18:0 (Octadecanoic)	86.96	4.79
C20:0 (Eicosanoic)	-	-
C21:0 (Henicosanoic)	-	-
C22:0 (Docosanoic)	1.84	0.10
C23:0 (Tricosanoic)	-	-
C24:0 (Tetracosanoic)	2.14	0.12
<b>∑Saturates</b>	<b>438.33</b>	<b>24.16</b>
C14:1n5 (Cis-9-Tetradecenoic)	0.74	0.04
C15:1n5 (Cis-10-Pentadecenoic)	-	-
C16:1n7 (Cis-9-Hexadecenoic)	72.17	3.98
C17:1n7 (Cis-10-Heptadecenoic)	1.04	0.06
C18:1n9t (Trans-9-Octadecenoic)	2.01	0.11
C18:1n9c (Cis-9-Octadecenoic)	626.61	34.54
C20:1n9 (Cis-11-Eicosenoic)	37.81	2.08
C22:1n9 (Cis-13-Docosenoic)	5.01	0.28
C24:1n9 (Cis-15-Tetracosanoic)	4.95	0.27
<b>∑Monoenes</b>	<b>750.35</b>	<b>41.37</b>
C18:2n6t (Trans-9,12-Octadecadienoic)	-	-
C18:2n6c (Cis-9,12-Octadecadienoic)	260.38	14.35
C18:3n6 (Cis-6,9,12-Octadecatrienoic)	8.52	0.47
C18:3n3 (Cis-9,12,15-Octadecatrienoic)	54.88	3.03
C20:2n6 (Cis-11,14-Eicosadienoic)	29.12	1.61
C20:3n6 (Cis-8,11,14-Eicosatrienoic)	11.39	0.63
C20:3n3 (Cis-11,14,17-Eicasatrienoic)	3.13	0.17
C20:4n6 (Cis-5,8,11,13,14-Eicisatetraenoic)	11.95	0.66
C22:2n6 (Cis-13,16-Docosadienoic)	12.51	0.69
C20:5n3 (Cis-5,8,11,14,17-Eicosapentae-noic)	45.91	2.53
C22:6n3 (Cis-4,7,10,13,16,19-Docosa-hexaenoic)	187.44	10.33
<b>∑Polyenes</b>	<b>625.23</b>	<b>34.47</b>
<b>Total</b>	<b>1,813.91</b>	<b>100.00</b>

검출되었다(Selli et al., 2006; Mahmoud and Buettner, 2017). 특히 hexanal은 n-6 다가불포화지방산의 산화에 의해 생성되며 매우 낮은 검출 임계값(4.5 ppb)을 가지고, 수산물 및 육류 제품에서 다량 함량 시 불쾌한 냄새를 유발한다(VSérot et al., 2002; Varlet et al., 2006). 반면 검출량이 가장 많은 향기 성분 분류군은 sulfur compounds류로 전체 함량의 73.16%로 나타났다. 그 중 allyl mercaptan, allyl methyl disulfide, diallyl disulfide, trans-caryophyllene의 함량이 라이스페이퍼롤 전체 향기성분의 각각 56%, 12.02%, 6.8%, 4.96% 차지하였다. Allyl mercaptan의 경우 자극적이지 않고 달콤한 양파향이 나며, allyl methyl disulfide는 마늘, 양파 향이 난다. Diallyl disulfide 및 trans-caryophyllene은 건조하고 특쓰는 나무향으로 대부분 마늘-후추 혼합물에 의한 향으로 예상된다.

향기성분 분석 결과 마늘 및 후추에서 기인한 향기성분이 전체 함량의 70% 이상으로 종합 기호도가 마늘-후추 혼합물의 첨

Table 7. Free amino acid contents (mg/100 g) of rice paper roll with frozen rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* mince

Free amino acid	Contents (mg/100 g)	Ratio (%)
Phosphoserine	0.67	0.30
Taurine	15.76	7.00
Aspartic acid	4.43	1.97
Threonine	3.3	1.47
Serine	3.22	1.43
Glutamic acid	10.85	4.82
Glycine	16.05	7.13
Alanine	7.6	3.38
Aminobutyric acid	3.62	1.61
Citruline	5.16	2.29
Cystathionine	0.79	0.35
Isoleucine	1.64	0.73
Leucine	2.38	1.06
Tyrosine	1.89	0.84
Phenylalanine	1.95	0.87
β-Alanine	0.94	0.42
Aminoisobutyric acid	0.88	0.39
tryptophan	0.87	0.39
Ornithine	0.38	0.17
Lysine	6.81	3.03
Methylhistidine	0.68	0.30
Histidine	11.54	5.13
Anserine	94.35	41.93
Arginine	25.36	11.27
Proline	3.87	1.72
<b>Total</b>	<b>225.01</b>	<b>100.00</b>

Table 8. Flavor compound contents (ng/g) of rice paper roll with frozen rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* mince

Compounds	RI <sup>1</sup>	Content	Odor description <sup>2</sup>
<b>Hydrocarbons</b>			
Octane	795.74	4.68	Gasoline <sup>4</sup>
2,2,4,6,6-Pentamethylheptane	949.65	5.14	Irritating
$\alpha$ -Pinene	1,020.81	58.38	Warm, resinous pine <sup>9</sup>
2,2,6-Trimethyldecane	1,027.92	2.30	-
2,2,3,3-Tetramethylpentane	1,030.08	4.41	-
5-Ethyl-2,2,3-trimethylheptane	1,035.97	3.75	-
2,3,6,7-Tetramethyloctane	1,070.61	0.00	-
$\beta$ -Pinene	1,101.03	153.50	Dry, woody, resinous piney
Sabinene	1,112.68	8.71	Woody, citrus, pine, spicy
3-Carene	1,139.54	533.07	Fruity
$\beta$ -Myrcene	1,153.44	141.99	Pepper, spicy, balsam
$\alpha$ -Phellandrene	1,156.29	31.82	Pepper, woody, herbaceous
L-Limonene	1,192.32	899.31	Cool, minty
D-Limonene	1,200.13	55.83	Fresh, light, sweet, citrus
Styrene	1,254.66	2.55	Sweet, balsam, floral <sup>3</sup>
$\beta$ -Cymene	1,267.05	76.67	Mild, pleasant
4-Methyl-1,3-heptadiene	1,449.15	3.93	-
$\delta$ -Elemene	1,469.34	257.22	Sweet, herbal woody
3,5,5-trimethyl-2-hexene	1,486.24	0.00	-
Pentadecane	1,493.06	17.76	Waxy <sup>7</sup>
$\alpha$ -Copaene	1,493.31	65.26	Woody, spicy
Ylangene	1,494.72	110.52	Pepper <sup>10</sup>
cis- $\beta$ -Copaene	1,539.96	6.69	-
cis-Caryophyllene	1,572.02	64.80	Woody, spicy
$\beta$ -Elemene	1,586.35	61.78	Herb
trans-Caryophyllene	1,602.07	3,437.22	Woody, spicy, dry, clove
2,6,10,14-Tetramethylpentadecane	1,636.14	0.00	Odorless
2,6,10,14-Tetramethylhexadecane	1,662.76	36.68	Characteristic
$\alpha$ -Humulene	1,675.05	164.58	Woody
Octadecane	1,692.99	7.44	Odorless

Table 8. Continued

Compounds	RI <sup>1</sup>	Content	Odor description <sup>2</sup>
$\beta$ -Selinene	1,725.80	27.89	Herb
$\alpha$ -Selinene	1,730.36	19.97	Woody, spicy <sup>11</sup>
3-Vinyl-4H-1,2-dithiin	1,745.61	98.04	Ggarlic
$\delta$ -Cadinene	1,761.36	49.22	Thyme, woody, dry
Hexamethyl-cyclotrisiloxane	1,800.11	13.26	-
$\alpha$ -Phellandrene epoxide	1,814.59	48.66	-
Butylated hydroxytoluene	1,912.91	122.96	Slight, phenolic <sup>3</sup>
Decamethyl-cyclopentasiloxane	1,932.66	10.11	-
Caryophyllene oxide	1,999.32	27.44	Sweet, fruity, aromatic
<b>Acids</b>			
Acetic acid	1,453.70	5.91	Pungent
Oxime methoxy phenyl	1,756.73	34.06	-
<b>Sulfur compounds</b>			
Methanethiol	<700	68.97	Garlic
Carbon disulfide	734.18	21.84	Ether <sup>4</sup>
Allyl mercaptan	887.23	1,907.56	Onion, sweet
Allyl methyl sulfide	954.93	43.69	Sulfury <sup>5</sup>
Dimethyl disulfide	1,072.22	42.76	Onion
Diallyl sulfide	1,143.08	297.69	Garlic
Allyl methyl disulfide	1,280.46	1,419.18	Fresh garlic <sup>5</sup>
Allyl propyl disulfide	1,430.53	73.79	Fruity, garlic
Diallyl tetrasulfide	1,467.31	317.93	Garlic <sup>6</sup>
Diallyl disulfide	1,484.08	16,018.66	Garlic
Allyl methyl trisulfide	1,590.59	392.99	Creamy, garlic, onion
Diallyl trisulfide	1,795.61	320.05	Pungent, garlic <sup>5</sup>
<b>Aldehydes</b>			
2-Butenal	1,039.94	9.23	Floral
Hexanal	1,079.53	102.91	Grassy
2-Methyl-2-butenal	1,096.67	61.52	Penetrating, powerful, green, ethereal
2-Methyl-2-pentenal	1,148.12	3.50	Powerful, grassy-green slightly, fruity
2-Ethyl-2-hexenal	1,334.78	65.80	-
Nonanal	1,393.28	99.88	Fruity
<b>Alcohols</b>			
2-Propen-1-ol	1,120.63	15.84	-
1-Penten-3-ol	1,160.65	0.00	Powerful, grassy-green



Table 8. Contined

Compounds	RI <sup>1</sup>	Content	Odor description <sup>2</sup>
1-Pentanol	1,252.01	16.56	-
2-Penten-1-ol	1,321.76	0.00	Green
1-Hexanol	1,355.15	69.64	Ethereal
1-Octen-3-ol	1,451.32	4.02	Powerful, sweet, earthy, rose, hay
1-Heptanol	1,458.16	27.60	Citrus
Linalool	1,538.49	230.61	Pleasant, floral
1-Octanol	1,552.10	18.08	Sharp, citrus
Terpinen-4-ol	1,607.47	10.44	Pepper, woody, earth, musty, sweet, spicy, mentholic, citrus
Dimethylsilanediol	1,649.52	40.03	-
α-Terpineol	1,702.19	46.22	Pine <sup>8</sup>
p-Mentha-1,5-dien-8-ol	1,722.85	32.09	-
p-Cymen-8-ol	1,847.85	15.11	-
2-(4-Methylphenyl) popan-2-ol	1,853.68	34.47	-
Furans & pyridines			
2-Pentylfuran	1,225.87	17.36	Fruity
5-Ethyl-2-methylpyridine	1,422.76	40.06	Harp, penetrating, aromatic
Ketones			
2-Propanone	815.26	5.66	Melon
2-Butanone	903.55	0.00	Ethereal, nauseating
2-Pentanone	976.74	0.00	Ethereal, fruity
3,6-Dimethylundecane	1,011.39	6.16	-
2,3-Pentanedione	1,053.25	0.00	Buttery <sup>3</sup>
4,6-Dimethyl-2-heptanone	1,241.09	9.50	Fruity, sweet, menthol
3-Hydroxy-2-butanone	1,288.58	0.00	Buttery
2,6,6-Trimethyl-2,4-cycloheptadien-1-one	1,710.21	22.41	-

<sup>1</sup>Retention index. <sup>2</sup>FAO (2022). <sup>3</sup>NIH (2023). <sup>4</sup>NIOSH (2023). <sup>5</sup>Abe et al. (2020). <sup>6</sup>Shan et al. (2013). <sup>7</sup>Luo et al. (2020). <sup>8</sup>Chisholm et al. (1995). <sup>9</sup>Hu et al. (2019). <sup>10</sup>Parker et al. (2007). <sup>11</sup>Froissard et al. (2014).

가에 비례적으로 증가하는 경향으로 마늘-후추 혼합물에 의한 향기성분 마스킹이 효과가 있다고 판단된다.

따라서 본 연구에서는 비상품화 개체로 분류되거나 과잉공급으로 헛감으로 활용이 어려운 동결 무지개송어를 활용하고자 하였다. 동결 무지개송어를 가공 시 방해요인이 되는 특이적인 향 및 해동 시 발생하는 물성 열화를 개선하기 위해 마늘-후추

및 전분 혼합물을 첨가하고 라이스페이퍼를 활용하여 새로운 식감을 부여하고자 하였으며, 각각의 첨가량은 반응표면분석법을 이용하여 결정하였다. 동결 무지개송어육을 이용한 라이스페이퍼롤은 무기질 중 Cr, P, Se의 함량이 높고 DHA 및 EPA를 포함한 불포화 지방산이 지방산의 대부분을 구성하고 영양 섭취기준 충족률이 높아 영양적으로 우수하다. 또한 마늘-후추 혼합물의 첨가를 통한 송어 특유 향의 마스킹 효과를 통해 관능적 기호도가 개선됨을 확인하였다.

## 사 사

이 논문은 2023년 부경대학교의 지원(202308770001)을 받아 연구되었으며, 연구비 지원에 감사드립니다.

## References

Abe K, Hori Y and Myoda T. 2020. Characterization of key aroma compounds in aged garlic extract. *Food Chem* 312, 126081. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.126081>.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1995. *Official Methods of Analysis*. 16<sup>th</sup>, ed. AOAC, Washington D.C., U.S.A., 69-74.

aT (Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation). 2020. *Rice Processed Food Market Status*. Food Information Statistics System, Naju, Korea, 51-61.

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

Bligh EG and Dyer WJ. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol* 37, 911-917. <https://doi.org/10.1139/o59-099>.

Casas C, Martinez O, Guillen MD, Pin C and Salmeron J. 2006. Textural properties of raw Atlantic salmon (*Salmo salar*) at three points along the fillet, determined by different methods. *Food Control* 17, 511-515. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2005.02.013>.

Chen YC, Jason N, Kenneth S, Sarah B and Jacek J. 2008. Effects of dietary alpha-tocopherol acetate on lipid oxidation and alpha-tocopherol content of novel omega-3-enhanced farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. *LWT-Food Sci Technol* 41, 244-253. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.02.016>.

Chisholm MG, Guiher LA and Zaczekiewicz SM. 1995. Aroma characteristics of aged vidal blanc wine. *Am J Enol Vitic* 46, 56-62. <https://doi.10.5344/ajev.1995.46.1.56>.

FAO (Food and agriculture organization of the United Nations). 2022. *Food Safety and Quality*. Retrieved from <https://www.fao.org/food/food-safety-quality/scientific-advice/jecfa/jecfa-flav/en/> on Nov 16, 2022.

Froissard D, Rapior S, Bessière JM, Fruchier A, Buatois B

- and Fons F. 2014. Volatile organic compounds of six French *Dryopteris* species: Natural odorous and bioactive resources. *Nat Prod Commun* 9, 137-140. <https://doi.org/10.1177/1934578X1400900138>.
- Hu D, Guo J, Li T, Zhao M, Zou T, Song H and Alim A. 2019. Comparison and identification of the aroma-active compounds in the root of *Angelica dahurica*. *Molecules* 24, 4352. <https://doi.org/10.3390/molecules24234352>.
- Isa KM, Daud S, Hamidin N, Ismail K, Saad SA and Kasim FH. 2011. Thermogravimetric analysis and the optimization of bio-oil yield from fixed-bed pyrolysis of rice husk using response surface methodology (RSM). *Ind Crops Prod* 33, 481-487. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.10.024>.
- Kang KT, Kim HJ, Lee TS, Kim HS, Heu MS, Hwang NA, Ha JH, Ham JS and Kim JS. 2007. Development and food component characteristics of canned boiled rainbow trout. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36, 1015-1021. <http://doi.org/10.3746/jkfn.2007.36.8.1015>.
- Kang SI, Kang YJ, Lee JU, Park JH, Choi KS, Hwang JI, Heu MS and Lee 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.2021.0880>.
- Lee HC and Chin KB. 2010. Application of microbial transglutaminase and functional ingredients for the healthier low-fat/salt meat products: A review. *Korean J Food Sci Ani Resour* 30, 886-895.
- Lee JB, Park HM, An BK, Lee WJ, In JJ, Han HG, Son SA, Bae YJ and Shim KB. 2023. Effect of texture improvement and shelf life expanding of frozen rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* meat treated with polysaccharide and TGase. *Korean J Fish Aquat Sci* 56, 505-511. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2023.0505>.
- Lee NS and Kang KH. 2017. Price stabilization schemes and influence factor of supply and demand of rainbow trout in Korea. In: *Monthly Fisheries Outlook and Issue*. Vol. 1. Korea Maritime Institute, Busan, Korea, 8-27. 8-27.
- Lee WJ and Kim SH. 2021. Post-COVID19 era, changes in food industry, and sustainable food consumption. *Food Ind Nutr* 26, 8-26.
- Lindholm-Lehto PC. 2022. Developing a robust and sensitive analytical method to detect off-flavor compounds in fish. *Environ Sci Pollut Res* 29, 55866-55876. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19738-2>.
- Luo X, Yuan M, Li B, Li C, Zhang Y and Shi Q. 2020. Variation of floral volatiles and fragrance reveals the phylogenetic relationship among nine wild tree peony species. *Flavour Fragr J* 35, 227-241. <https://doi.org/10.1002/ffj.3558>.
- Mahmoud MAA and Buettner A. 2017. Characterisation of aroma-active and off-odour compounds in German rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Part II: Case of fish meat and skin from earthen-ponds farming. *Food Chem* 232, 841-849. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.172>.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2022a. Korea food code. Chapter 8. General testing method (Simultaneous analysis of vitamins A and E, heavy metal and fatty acid). Retrieved from <https://various.foodsafetykorea.go.kr/fsd/#/ext/Document/FC> on Jan 26, 2023.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2022b. Korea food code. Chapter 8. General testing method (Dietary reference intakes for Koreans) Retrieved from <https://various.foodsafetykorea.go.kr/fsd/#/ext/Document/FC?searchNm=%EC%98%81%EC%96%91%EC%84%AD%EC%B7%A8%EA%B8%B0%EC%A4%80&itemCode=FC0A073002003A801> on Jan 26, 2023.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2022c. Korea food code. Chapter 2. Common standards and specifications (Standards and specifications for general foods). Retrieved from <https://various.foodsafetykorea.go.kr/fsd/#/ext/Document/FC?searchNm=%EC%A4%91%EA%B8%88%EC%86%8D&itemCode=FC0A003001002A017> on Jan 26, 2023.
- NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health). 2023. NIOSH Publications and Products. Retrieved from <https://www.cdc.gov/niosh/pubs/default.html> on Nov 16, 2022.
- NIH (National Institutes of Health). 2023. National Library of Medicine. Retrieved from <https://webwisser.nlm.nih.gov/knownSubstanceSearch> on Nov 16, 2022.
- Ottaway PB. 1993. Stability of vitamins in food. In: *The Technology of Vitamins in Food*. Springer, Boston, MA, U.S.A. [https://doi.org/10.1007/978-1-4615-2131-0\\_5](https://doi.org/10.1007/978-1-4615-2131-0_5).
- Parker M, Pollnitz AP, Cozzolino D, Francis IL and Herderich MJ. 2007. Identification and quantification of a marker compound for 'pepper' aroma and flavor in shiraz grape berries by combination of chemometrics and gas chromatography-mass spectrometry. *J Agric Food Chem* 55, 5948-5955. <https://doi.org/10.1021/jf0705320>.
- Selli S, Rannou C, Prost C, Robin J and Serot T. 2006. Characterization of aroma-active compounds in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) eliciting an off-odor. *J Agric Food Chem* 54, 9496-9502. <https://doi.org/10.1021/jf0619582>.
- Sérot T, Regost C and Arzel J. 2002. Identification of odour-active compounds in muscle of brown trout (*Salmo trutta*) as affected by dietary lipid sources. *J Sci Food Agric* 82, 636-643. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1096>.
- Shan C, Wang C, Liu J and Wu P. 2013. The analysis of volatile flavor components of Jin Xiang garlic and Tai'an garlic. *Agric Sci* 4, 744-748. <http://doi.org/10.4236/as.2013.412101>.
- Shin EC, Kwak DY, Ahn SY, Kwon SO, Choi YJ, Kim DM, Choi GB, Boo CG, Kim SB, Kim JS, Lee JS and Cho SM. 2020. Optimization of extrusion cooking conditions for the preparation of seasoning from Manila clam *Ruditapes*

- philippinarum*. Korean J Fish Aquat Sci 53, 823-833. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2020.0823>.
- Son JH, Jung JI, Oh DH, Kim JM and Eun JB. 2009. Quality attributes of frozen dough mixed with milk protein-polysaccharide materials. Korean J Food Preserv 16, 518-524.
- Sun XD and Holley RA. 2011. Factors influencing gel formation by myofibrillar proteins in muscle foods. Compr Rev Food Sci Food Saf 10, 33-51. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2010.00137.x>.
- USDA (U.S. Department of Agriculture). 2019a. FoodData Central (SR Legacy 175154). Retrieved from <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/175154/nutrients> on Jan 26, 2023.
- USDA (U.S. Department of Agriculture). 2019b. FoodData Central (SR Legacy 175138). Retrieved from <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/175138/nutrients> on Jan 26, 2023.
- Varlet V, Knockaert C, Prost C and Serot T. 2006. Comparison of odor-active volatile compounds of fresh and smoked salmon. J Agric Food Chem 54, 3391-3401. <https://doi.org/10.1021/jf053001p>.