

향어(*Cyprinus carpio*) 함유 야채죽의 제조공정 최적화

강상인 · 김예울¹ · 김진수^{2,3*}

신라대학교 수산물종합연구소, ¹삼진식품(주), ²경상국립대학교 해양식품공학과 /해양산업연구소, ³경상국립대학교 수산식품산업화 기술지원센터

Optimization of Vegetable Rice Porridge Preparation with Israeli Carp *Cyprinus carpio*

Sang In Kang, Ye Youl Kim¹ and Jin-Soo Kim^{2,3*}

Seafood Research Center, Silla University, Busan 49277, Republic of Korea

¹Samjin Food Co. Ltd, Busan 49036, Republic of Korea

²Department of Seafood Science and Technology/Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Republic of Korea

³Research Center for Industrial Development of Seafood, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Republic of Korea

This study optimized the vegetable rice porridge preparation process with Israeli carp *Cyprinus carpio* (VRP-IC). The optimum heating period for Israeli carp paste (IC-P) in a retort was 120 min as per yield results. Response surface methodology was performed with IC-P/[rice (glutinous rice: non-glutinous rice=6:4) (Rice, RI)+vegetable (carrot: zucchini=1:1) (vegetable, VE)] (X_1) and RI/VE (X_2) as independent variables; viscosity (Y_1), hardness (Y_2), amino nitrogen (Y_3), and overall sensory acceptance (Y_4) as dependent variables. Optimum rates of IC-P, RI, and VE were 47.37%, 24.49%, and 28.15%, respectively; predicted multiple response optimum values for the dependent variables were 20,150 mPa·s, 2,002.9 N/m², 193.1 mg/100 g, and a 6.4 score for Y_1 , Y_2 , Y_3 , and Y_4 , respectively. Under optimum conditions, experimental values for Y_1 , Y_2 , Y_3 , and Y_4 were 20,359.8±191.9 mPa·s, 2,015.0±9.6 N/m², 188.1±4.9 mg/100 g, and a 6.5±0.2 score, respectively, which were not significantly different from the predicted values ($P < 0.05$). Results of F0 value, viscosity, hardness, volatile odor intensity, and browning suggested that the optimum sterilization period was 25 min. VRP-IC prepared under the optimum conditions was superior to commercial vegetable rice porridges in sensory evaluations.

Keywords: Vegetable rice porridge, Israeli carp, *Cyprinus carpio*, Response surface methodology

서론

향어는 가죽잉어(leather carp)와 이스라엘 토종잉어(*Cyprinus carpio*)의 교잡종으로, 동물계(Animalia), 척삭동물문(Chordata), 조기어강(Actinopterygii), 잉어목(Cypriniformes), 잉어과(Cyprinidae)로 분류되고, 잡식성으로 물흐름이 느리고, 바닥이 펄로 된 연못이나 도랑 등에서 잘 자라면서, 성장 속도도 빠르고, 환경 적응력이 뛰어나 경제성이 있는 내수면 어종 중의 하나이다(Wohlfarth et al., 1983; Li et al., 2007). 다른 내수면 어류와는 달리 향어는 근육이 많아 우수한 단백질 소재이면서, 지질 함량도 높아 고소한 맛을 나타낼 뿐만이 아니라, 기생충

의 오염도가 낮아 식품학적으로도 매력이 있는 수산식품소재 중의 하나이다(Kim et al., 2022). 그러나, 국내에서 향어의 생산량은 2018년 1,579 M/T, 2020년 1,678 M/T, 2022년 1,847 M/T (KOSIS, 2023)이고, 이들은 헛감으로 이용되고 있을 뿐, 저장성을 가진 수산가공식품 소재로의 이용은 전무한 실정이다. 한편, 어류는 가공 시에 일반적으로 머리, 피쉬 프레임(fish frame)(Kim et al., 2000, 2016; Kang et al., 2006), 내장, 지느러미, 혈액 및 껍질 등의 부산물이 발생하여 수율이 낮아져(Wendel, 1999) 단가를 상승시킨다. 하지만 이들 부산물에는 아미노산, 단백질, 펩타이드(peptide), 효소, 젤라틴(gelatin), 콜라겐(collagen), 오메가-3 지방산(omega-3 fatty acid), 불포화

*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.2023.0275>

Korean J Fish Aquat Sci 56(3), 275-283, June 2023

Received 26 April 2023; Revised 7 June 2023; Accepted 23 June 2023

저자 직위: 강상인(선임연구원), 김예울(연구원), 김진수(교수)

지방산 및 비타민과 같은 다양한 영양 및 생리활성물질 등과 같은 유용성분을 다량 함유하고 있다(Govindharaj et al., 2019; Vazquez et al., 2019, 2020; Kim and Kang, 2021). 하지만, 이들은 대부분이 사료나 비료와 같이 비효율적으로 이용되거나 폐기되고 있어(Ideia et al., 2020), 이들 부산물의 효율적 이용 방안 제시가 절실하다(Heu et al., 2010). 죽은 국어사전에서는 곡식을 오래 끓여 알갱이가 흩날 무르게 만든 음식으로 정의하고 있다. 따라서, 시판 죽은 이러한 국어 사전적 정의에 따라 곡식에 단백질 식품 혹은 보양재·향채류 등을 가한 다음 물을 가하고, 오래 끓여 유동식의 음식으로 만든 후 여기에 다양한 부재료를 활용하여 단백질, 비타민, 무기질 등의 영양소를 보충하여 치료식, 이유식, 보양식, 건강식 등으로 다양하게 이용되고 있다(An, 2019; Choi et al., 2019; Jeon, 2020). 이로 인하여 죽류는 국내에서 전복죽, 잣죽, 단팥죽, 녹차죽, 단호박죽 등 다양한 제품들이 출시되어, 2019년 쌀가공식품의 15.1%를 차지하고, 생산 금액은 1,332억 원으로 전년 대비 50.5%가 급증하였다(aT, 2021). 하지만, 이들 시판 죽류는 대부분이 쌀 이외에도 농산물을 활용한 것이고, 수산물을 활용한 죽은 참치죽, 전복죽, 골뱅이죽 등과 같이 몇 종의 제품에 한정되어 있다.

한편 죽에 관한 연구로는 Han et al. (2011)의 방사선 조사 기술을 활용한 멸균 우유죽의 제조 및 특성, Kim and Hong (2009)의 돈육과 대두 유래 oligopeptide 첨가 죽의 제조 및 품질 특성, Min and Cho (2009)의 흑임자 첨가량을 달리한 구기자죽의 품질 특성, Park et al. (2009)의 연근 분말을 첨가한 죽의 품질 특성, Choi et al. (2015)의 목이버섯과 흑미를 첨가한 죽죽, Kim et al. (2010)의 쌀 입자 크기에 따른 명태죽의 이화학적 및 영양학적 특성, Shin et al. (2008)의 쌀입자 크기 및 물 첨가량에 따른 전복죽의 품질 특성, Lee et al. (2010)의 파래 분말을 첨가한 죽의 제조 특성 등이 있다. 하지만, 이들 죽은 주원료인 쌀 이외에 대부분이 농축산물을 첨가한 것의 특성을 보는 것이었고, 일부 수산물을 첨가한 것도 명태, 전복 및 파래와 같은 해수산 수산물을 활용한 것이었고, 담수산 어류를 활용한 것의 경우 찾아보기 어렵다.

본 연구에서는 G&G (gilled and gutted) 처리된 향어를 활용하여 수율 개선 및 단가 절감과 동시에 보양식 이미지의 장기보존식품형 향어죽 레토르트 제품을 제조할 목적으로 향어 야채죽의 가공조건 최적화를 시도하였다.

재료 및 방법

재료

향어(*Cyprinus carpio*)는 2021년 6월에 전라북도 전주시 소재 K사에서 양식한 것을 분양 받아온 직후 아가미와 내장을 제거(G&G 처리)하고, 세척 및 탈수한 다음, 분석 시까지 모두 냉동고(GC-124HGFP; LG Co., Souel, Korea)에 보관(-20±2°C)하여 두고 사용하였다. 이 때 향어는 전장 45.1 cm (44.0–46.1

cm)의 것을 사용하였다. 향어 야채죽을 제조하기 위한 쌀(멥쌀 및 찰쌀), 당근 및 애호박은 경상남도 통영시 소재의 대형소비마트에서, 마늘 분말(Chungeun Co. Ltd., Goyang, Korea) 및 정제소금(Hanju, Co., Ltd, Ulsan, Korea) 등은 온라인 쇼핑몰(SSG.COM Corp., <https://www.ssg.com>)에서 2021년 6–10월에 구매하여 사용하였다.

시판 야채죽은 계란야채죽(O사), 버섯야채죽(D사), 파프리카야채죽(D사) 및 전복야채죽(D사) 4종을 2021년 7–8월에 경상남도 통영시 소재의 대형소비마트에서 구입한 다음 시제 향어 야채죽의 관능 특성을 비교하기 위하여 사용하였다.

향어 야채죽의 제조

향어 야채죽의 제조를 위한 향어 페이스트는 G&G 처리된 냉동 향어를 유수 해동(1시간)한 다음, 레토르트(DW-RETO-ACE-200 L; Hyosung FMT Corp., Daegu, Korea)에서 121°C에서 30–150분(30분 간격) 동안 가열처리하고, 냉각한 다음 마쇄(SHMF-3000S; Hanil Electric Co., Bucheon, Korea) 및 10 메쉬 체(10 mesh sieve)로 여과하여 제조하였다.

이어서 향어 페이스트(12.2–21.5%, w/w), 가공우유(60.9%, w/w), 쌀[찰쌀:멥쌀(6:4)] (6.6–11.9%, w/w), 야채(당근:애호박=1:1) (8.5–14.5%, w/w), 마늘 분말 (1.0%, w/w), 소금(0.3%, w/w)을 차례로 배합하여 배합물을 제조하였다.

향어 야채죽은 죽 배합물을 용기(polypropylene)에 살쟁임하고, 이를 밀봉기(FY-380; Youil Machine Co., Seoul, Korea)로 밀봉한 다음 상온 유통을 위하여 121°C로 조정된 레토르트에서 20–40분(5분 간격) 동안 살균처리한 후 10분 동안 급냉시켜 제조하였다.

반응표면분석법 중심합성계획

향어 야채죽의 제조를 위한 배합공정 최적화는 향어 페이스트(A), 쌀(찰쌀:멥쌀=6:4) (B) 및 야채(당근:애호박=1:1) (C)를 독립변수로 하고, 죽의 가공에 관한 여러 가지 문헌(Jung et al., 2001; Park et al., 2001; Kim, 2012) 및 자체 관능평가 결과를 참고하여 배합 비율의 중심값(Central point)을 변환식[X_1 : A/(B+C), X_2 : B/C]에 의하여 암호화한 다음(Table 1), 중심합성회전계획(central composite rotatable design, CCRD)에 따라 5

Table 1. Symbol, experimental range and values of the independent variables in the central composite rotatable design for blending ratio optimization of vegetable rice porridge with Israeli carp *Cyprinus carpio*

| Symbol ¹ | Range level | | | | |
|---------------------|-------------|------|------|------|------|
| | -1.41 | -1 | 0 | 1 | 1.41 |
| X_1 | 0.48 | 0.60 | 0.90 | 1.20 | 1.32 |
| X_2 | 0.54 | 0.62 | 0.82 | 1.02 | 1.10 |

¹ X_1 , A/(B+C). X_2 , B/C. A, Israeli carp paste; B, Rice (glutinous rice:nonglutinous rice=6:4). C, Vegetable (carrot:zucchini=1:1).

단계로 부호화하여 향어 야채죽 시료 11구를 무작위적으로 제조한 다음 실험에 사용하였다(Table 2).

회귀분석 및 최적화

향어 야채죽의 제조공정 최적화를 위한 회귀분석은 최적값을 코드값으로 얻은 다음 실제값으로 산출하여 나타내었다. 향어 야채죽의 배합비 최적화를 위한 종속변수는 점도(Y_1), 경도(Y_2), 아미노산 질소(Y_3) 및 종합적 기호도(Y_4)로 하였고, 이들의 데이터는 회귀분석을 위한 자료로 활용하였다. 한편, 향어 야채죽의 배합비 최적화에 대한 최적점의 예측 및 확인은 MINITAB 통계프로그램(MINITAB Ver. 18; MINITAB, State College, PA, USA)을 이용하여 실시하였다. 즉, 중심합성계획에 따라 5단계로 부호화하여 무작위적으로 제조한 시료구 11개의 실험 결과를 토대로 독립변수와 종속변수 상호 간의 관계에 따라 제시되는 반응표면 회귀계수 및 분산 분석 결과를 토대로 모델(model), 1차항(linear), 2차항(quadratic), 교차항(cross-product) 및 적합성 결여도(lack of fit) 각각의 유의성(P-value) 유무를 확인하였고, 이들 결과값에 대하여 최종적으로 결정계수(R^2)를 확인하여 최적 조건을 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 예측치와 실험치를 비교, 분석하여 적합성을 판단하였다.

그래프 도식화

독립변수와 종속변수 간의 관계를 나타내는 그래프는 위의 회귀분석 결과에서 도출된 회귀방정식 결과인 상수, 1차항, 2차

항 및 교차항의 값을 각각 MAPLE software (MAPLE Ver. 12; Maple Soft, Waterloo, Canada)에 대입하여 산출된 3차원 그래프로 나타내며, 그래프를 구성하는 식은 다음과 같다.

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

여기서 Y 는 종속변수, β_0 는 상수, $\beta_i, \beta_{ii}, \beta_{ij}$ 는 회귀계수, X_i, X_j 는 독립변수이다. 맛과 조직감 개선을 위한 향어 야채죽의 제조 조건 최적화는 MINITAB 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).

점도

향어 야채죽의 점도는 비커에 내용물 약 500 g을 취한 다음 회전점도계(DVEELVTJ0; Brookfield Inc., MA, USA)를 이용하여 시료를 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 에서 12 rpm, 2분간 측정하여 평균값으로 나타내었다.

경도

향어 야채죽의 경도는 지름 40 mm × 높이 20 mm의 용기에 높이 15 mm까지 충전한 후 지름 20 mm 원형 프로브를 이용하여 압축속도 600 mm/sec, 클리어런스 5 mm로 측정하였다. 이때, 시료 온도의 경우 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 의 조건으로 하였다.

최종적으로 경도는 이들 측정 조건에서 10회 측정된 다음 최대값 및 최소값을 제외한 나머지 8회의 값을 평균값으로 나타내었다.

Table 2. Central composite rotatable design of independent variables and response of vegetable rice porridge with Israeli carp *Cyprinus carpio* prepared under the different conditions

| Coefficients assessed by | Run no. | Independent ¹ | | Blending rate ² (% , v/v) | | | Dependent variable ³ | | | |
|--|---------|--------------------------|-------|--------------------------------------|------|------|---------------------------------|-------|-------|-------|
| | | X_1 | X_2 | A | B | C | Y_1 | Y_2 | Y_3 | Y_4 |
| Fractional factorial design (4 points) | 1 | 0.60 | 0.62 | 37.5 | 23.9 | 38.6 | 14,067 | 3,330 | 153.6 | 5.5 |
| | 2 | 1.20 | 0.62 | 54.5 | 17.4 | 28.1 | 8,006 | 3,049 | 224.8 | 5.3 |
| | 3 | 0.60 | 1.02 | 37.5 | 31.6 | 30.9 | 24,590 | 1,985 | 108.4 | 5.4 |
| | 4 | 1.20 | 1.02 | 54.5 | 23.0 | 22.5 | 12,783 | 1,519 | 159.0 | 6.0 |
| Star points (4 points) | 5 | 0.48 | 0.82 | 32.2 | 30.5 | 37.2 | 18,350 | 2,154 | 109.8 | 5.2 |
| | 6 | 1.32 | 0.82 | 57.0 | 19.4 | 23.6 | 7,600 | 1,790 | 192.5 | 5.3 |
| | 7 | 0.90 | 0.54 | 47.4 | 18.4 | 34.2 | 13,567 | 3,890 | 190.4 | 5.6 |
| | 8 | 0.90 | 1.10 | 47.4 | 27.6 | 25.0 | 20,908 | 2,252 | 149.0 | 6.2 |
| Central points (3 points) | 9 | 0.90 | 0.82 | 47.4 | 23.7 | 28.9 | 21,067 | 1,783 | 185.2 | 6.5 |
| | 10 | 0.90 | 0.82 | 47.4 | 23.7 | 28.9 | 21,417 | 1,752 | 192.4 | 6.4 |
| | 11 | 0.90 | 0.82 | 47.4 | 23.7 | 28.9 | 20,817 | 1,898 | 186.4 | 6.5 |

¹ X_1 , A/(B+C). X_2 , B/C. ²A, Israeli carp paste; B, Rice (glutinous rice:nonglutinous rice=6:4); C, Vegetable (carrot:zucchini=1:1). ³ Y_1 , Viscosity (mPa·s); Y_2 , Hardness (N/m²); Y_3 , Amino acid nitrogen (mg/100 g); Y_4 , Overall acceptance (score).

아미노산 질소

아미노산 질소는 KFN (2000)에서 언급한 홀몰적정법(formol법)으로 측정하였다. 즉, 전처리 검체는 마쇄한 내용물 5 g에 증류수 45 mL를 가하고, 교반하여 균질화시킨 다음 여과지(No. 2 Advantec; Toyo Roshi Kaisha Ltd, Tokyo, Japan)로 여과한 것의 용액 25 mL로 하였다. 이를 0.1 N NaOH 용액을 사용하여 pH 8.5로 조정하였고, 이어서 여기에 35% 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.

냄새 강도

냄새 강도는 검체 10 g을 코니칼 튜브(50 mL conical tube; SPL Life Science Co. Ltd., Pocheon, Korea)에 넣고, 여기에 냄새 강도기(Odor concentration meter, XP-329R; New Cosmos Electric Co. Ltd., Osaka, Japan)의 흡입구에 넣은 다음, 냄새가 휘발되지 않게 파라필름(parafilm)으로 밀봉하고 batch mode로 설정하여 실시하였다. 여기서 냄새 강도는 휘발하는 모든 저분자 물질을 감지하여 그 강도로 나타내었다(Kang et al., 2014).

갈변도

갈변도는 Chung and Toyomizu (1976)가 언급한 방법에 따라 지용성 갈변도를 측정하였다. 즉, 갈변도는 검체에 chloroform:methanol을 2:1 (v/v)로 혼합한 용액으로 지용성 갈변물질을 추출한 다음 이를 분광광도계(UV/VIS Spectrophotometer, X-MA6100PC; Human Co. Ltd., China)로의 흡광도 430 nm에서 측정것으로 나타내었다.

패널(panel)에 의한 관능평가

패널에 의한 관능평가는 생명윤리 및 안전에 관한 법률(생명윤리법)에 따라 기관 생명윤리위원회(institutional review board, IRB)로부터 인간 대상 연구자를 위한 생명윤리심의의 승인(GIRB-A22-Y-0023)을 받고 진행하였다. 관능평가는 잘 훈련된 panel member 24인(20-30대, 남자 12인, 여자 12인)을 구성하여 외관, 냄새, 맛 및 조직감에 대한 종합적 기호도를 실시하였다. 1) 향어 야채죽의 배합공정 최적화의 경우 외관, 냄새, 맛 및 조직감 등을 고려한 종합적 기호도가 아주 우수한 것을 9점으로, 보통을 5점으로, 아주 나쁜 것을 1점으로, 2) 레토르트처리 공정 최적화의 경우 우수한 것을 6-9점으로, 보통을 5점으로, 열악한 것을 1-4점으로, 3) 최종 제품의 경우 시판죽과 함께 아주 우수한 것을 9점으로, 보통을 5점으로, 아주 나쁜 것을 1점으로 하여 평가하였다.

통계처리

데이터의 표준편차 및 유의차 검정(5% 유의수준)은 SPSS 통

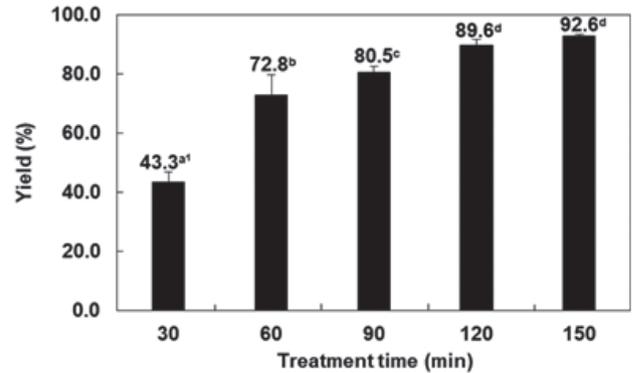


Fig. 1. Yield of Israeli carp *Cyprinus carpio* paste by heating time in a retort (121°C). ¹The different letters on the data indicate a significant differences at $P < 0.05$.

계패키지(SPSS for window, release 18)에 의한 ANOVA test를 이용하여 분산분석한 후 Duncan의 다중위검정을 실시하여 나타내었다.

결과 및 고찰

어죽용 향어 페이스트 제조공정 최적화

본 연구에서는 향어의 아가미와 내장을 제외한 나머지 전 부위를 활용하기 위하여 향어를 G&G 처리한 다음 레토르트 내에서 고온가압하고, 이를 찌꺼기 마쇄하여 페이스트(paste)로 만든 후, 이를 야채죽의 주원료로 사용하고자 하였다. 향어 페이스트를 제조할 목적으로 레토르트에서 가열(121°C, 30-150분 범위, 30분 간격) 정도에 따른 향어 페이스트의 수율을 살펴본 결과는 Fig. 1과 같다. 향어의 레토르트 내에서 가열시간에 따른 어죽용 페이스트의 수율은 가열 시간에 따라 30분은 43.3%, 60분은 72.8%, 90분은 80.5%, 120분은 89.6%, 150분은 92.6%로 나타나, 가열 시간이 길어질수록 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었으나($P < 0.05$), 120분 가열한 것과 150분 가열한 것 간의 경우 유의성이 인정되지 않았다($P > 0.05$). 이와 같이 중골과 어육의 경도가 가열시간이 길어질수록 낮아지는 것은 지지체로 작용하고 있는 중골의 구성성분 중 콜라겐이 고온가압 처리 시간에 따라 젤라틴 및 이보다 저분자의 상태로 분해 및 용출됨에 따라 그 공간이 다공성으로 전환되어 지지체가 무너졌기 때문에 이라 판단되었다(Kim et al., 2002; Kim and Kang, 2021). 이상의 결과로 미루어 보아 G&G 처리 향어에 대한 최적 레토르트 처리시간은 120분으로 판단되었다.

향어 야채죽의 제조를 위한 배합비율 최적화

향어 야채죽 배합비율[향어 페이스트(A), 쌀(참쌀:멥쌀=6:4)(B) 및 야채(당근:애호박=1:1)(C)]의 최적화를 위하여 Table 1에서 제시한 CCRD에 따라 X_1 및 X_2 를 5단계로 부호화하여 무

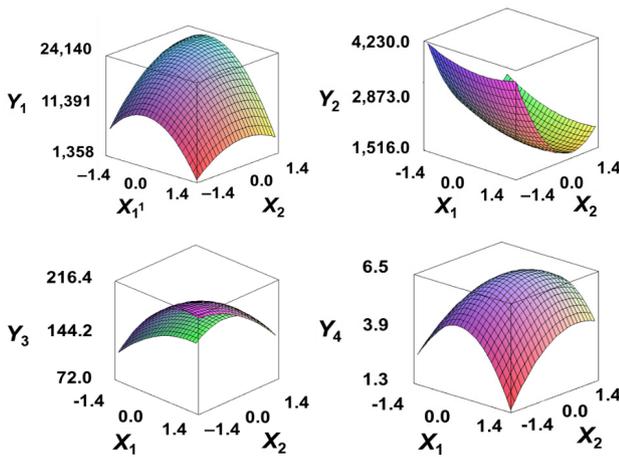


Fig. 2. Three dimensional response surface plots for material-blending operation optimization based on Y_1 (viscosity, mPa·s), Y_2 (hardness, N/m²), Y_3 (amino acid-N, mg/100 g), and Y_4 (overall acceptance, score). ¹ X_1 , A/(B+C). ² X_2 , B/C. A, Israeli carp *Cyprinus carpio* paste; B, Rice (glutinous rice: nonglutinous rice=6:4); C, vegetable (carrot:zucchini=1:1).

작위로 제조한 11구 시료구의 종속변수[점도(Y_1), 경도(Y_2), 아미노산 질소(Y_3) 및 종합적 기호도(Y_4)]를 측정된 결과는 Table 2와 같다. 독립변수와 종속변수의 관계를 살펴볼 목적으로 MINITAB 통계프로그램을 이용하여 RSREG (response surface analysis by least-squares regression)를 실시한 다음 종속변수에 대한 3종의 독립변수 상호 간의 관계를 Maple software를 사용하여 각각 3차원으로 도식화하였다. 종속변수인 점도(Y_1)는 X_1 의 경우 code 값이 -1.41에서 -0.68로 이동할수록 증가하는 경향을 나타내어 최대값을 나타내었으며, 그 이후 급격히 감소하는 경향을 나타내었고, X_2 의 경우 code 값이 -1.41에서 1.06으로 이동할수록 증가하는 경향을 나타내어 최대값을 나타내었고, 그 이후 거의 변화가 없었다. 경도(Y_2)는 X_1 의 경우 code 값이 -1.41에서 +1.41로 이동할수록 미미하게 감소하는 경향을 나타내었고, X_2 의 경우 code 값이 -1.41에서 0.48로 이동할수록 급격히 감소하여 최소값을 나타내었으며, 그 이후 증가하는 경향을 나타내었다. 아미노산 질소(Y_3)는 X_1 의 경우 code 값이 -1.41에서 0.95로 이동할수록 급격히 증가하여 최대치가 되었으며, 그 이후 감소하는 경향을 나타내었고, X_2 의 경우 code 값이 -1.41에서 +1.41로 이동할수록 감소하는 경향을 나타내었다. 종합적 기호도(Y_4)는 X_1 의 경우 code 값이 -1.41에서 0.10까지 급격히 증가하여 최대치가 되었으며, 그 이후 급격히 감소하는 경향을 나타내었고, X_2 의 경우 code 값이 -1.41에서 +0.36까지 급격히 증가하여 최대치가 되었으며, 그 이후 감소하는 경향을 나타내었다(Fig. 2).

한편, 향어 야채죽 제조시 향어 페이스트 및 쌀의 과다 사용은 향어 야채죽의 물성과 특유의 이취에 영향을 주어 소비자의 기

호성이 저하되고, 야채의 과다 사용은 외관의 기호성이 상승되지만 단가 상승의 원인이 되어 소비자가 구매를 주저할 우려가 있어 이들의 적정 첨가량이 최적화되어야 한다. 이를 고려한 향어 야채죽의 종속변수[점도 (Y_1), 경도 (Y_2), 아미노산 질소 (Y_3) 및 종합적 기호도 (Y_4)] 작용 범위는 예비실험 결과와 시판 야채죽과 비교하여 결정하였다. 즉, 점도는 1,358–24,140 mPa·s 범위, 경도는 1,516–4,230 N/m², 아미노산 질소는 72.0–216.4 mg/100 g 범위 및 종합적 기호도는 1–9점 범위로 설정하였고, 이들의 목표값은 예비실험 결과와 시판 제품의 기호성이 뛰어난 내용을 참고하여 점도의 경우 22,000 mPa·s로, 경도의 경우 2,000 N/m²로, 아미노산 질소 함량의 경우 200.0 mg/100 g, 종합적 기호도의 경우 최대값인 9점으로 설정하였다. 이러한 일면에서 향어 야채죽의 배합조건에 대한 종속변수 각각과 이들이 동시에 만족할 수 있는 독립변수의 최적조건을 예측할 목적으로 앞에서 언급한 조건을 설정한 다음 MINITAB 통계 프로그램을 구동하여 얻은 독립변수의 최적조건 예측치는 Table 3과 같다. 향어 야채죽 배합조건 독립변수(X_1 및 X_2)에 대한 목표값을 고려한 점도(Y_1)의 최적값은 부호값(coded value)이 각각 0.04 및 1.04이었고, 실제값(uncoded value)으로 환산하는 경우 각각 0.91 및 0.83이었으며, 암호화된 값을 첨가비율로 환산하는 경우 향어 페이스트(A)가 47.64%, 쌀(B)이 23.75% 및 야채(C)가 28.61%이었다. 향어 야채죽 배합조건 독립변수(X_1 및 X_2)에 대한 목표값을 고려한 경도(Y_2)의 최적값은 부호값이 각각 -1.33 및 0.48이었고, 이를 실제값으로 환산하는 경우 각각 0.55 및 0.92이었으며, 암호화된 값을 첨가비율로 환산하는 경우 향어 페이스트(A)가 35.48%, 쌀(B)이 30.91% 및 야채(C)가 33.60%이었다. 향어 야채죽 배합조건 독립변수(X_1 및 X_2)에 대한 목표값을 고려한 아미노산 질소(Y_3)의 최적값은 부호값이 각각 0.00 및 -0.93이었고, 이를 실제값으로 환산하는 경우 각각 0.90 및 0.63이었으며, 암호화된 값을 환산하는 경우 향어 페이스트(A)가 47.37%, 쌀(B)이 20.34% 및 야채(C)가 32.29%이었다. 향어 야채죽 배합조건 독립변수(X_1 및 X_2)에 대한 목표값을 고려한 종합적 기호도(Y_4)의 최적값은 부호값이 각각 0.10 및 0.33이었고, 이를 실제값으로 환산하는 경우 각각 0.93 및 0.89이었으며, 암호화된 값을 환산하는 경우 향어 페이스트(A)가 48.19%, 쌀(B)이 24.40% 및 야채(C)가 27.41%이었다. 위에서 언급한 향어 야채죽의 배합조건에 따른 독립변수들을 모두 동시에 충족하는 향어 페이스트, 쌀 및 야채의 암호화된 값인 X_1 및 X_2 는 각각 0.01 및 0.24이었고, 이를 실제값으로 환산한 값은 각각 0.90 및 0.87이었으며, 암호화된 값을 환산하는 경우 향어 페이스트(A)가 47.37%, 쌀(B)이 24.49% 및 야채(C)가 28.15%이었다.

이들 최적 배합조건[향어 페이스트 47.37%, 쌀 24.49% 및 야채 28.15%]에서 제조된 향어 야채죽의 예측된 종속변수는 Table 4와 같다. 최적 조건에서 제조된 향어 야채죽의 예측된 종속변수는 점도의 경우 20,150 mPa·s, 경도의 경우 2,002.9

N/m², 아미노산 질소 함량의 경우 193.1 mg/100 g 및 종합적 기호도의 경우 6.4점으로 예측되었다. 그리고 이들 최적 조건으로 실제 제조된 향어 야채죽의 종속변수는 점도의 경우 20,359.8±191.9 mPa·s, 경도의 경우 2,015.0±9.6 N/m², 아미노산 질소 함량의 경우 188.1±4.9 mg/100 g, 종합적 기호도의 경우 6.5±0.2점이었다. 이들 향어 야채죽 제조를 위한 종속변수의 예측값과 실제값 간의 유의성은 인정되지 않았다(P>0.05). 이상의 결과로 미루어 보아 제시된 반응표면모델은 향어 야채죽 배합조건(향어 페이스트, 쌀 및 야채)의 최적의 모델로 판단되었다.

상온 유통을 위한 향어 야채죽의 살균 공정 최적화

향어 야채죽의 상온 유통을 위하여는 반드시 살균을 실시하여야 하고, 이 때 과도한 가열처리를 하는 경우 죽의 점도, 경도, 냄새 및 갈변도가 변화하여 소비자 기호도가 저하할 수 있다. 이러한 일면에서 본 연구에서는 가열처리 시간(레토르트처리 121°C, 20-40분 범위, 5분 간격)에 따른 향어 야채죽의 F₀

value, 점도, 경도, 냄새강도 및 갈변도를 살펴본 결과는 Table 5와 같다. 가열처리 시간에 따른 향어 야채죽의 F₀ value (min)는 10.1-31.9 min, 점도의 경우 13,117-19,337 mPa·s, 경도의 경우 1,482-2,393 N/m², 냄새강도의 경우 641.8-654.8 level, 갈변도의 경우 0.156-0.176이었다.

세균 발육 정도는 35-37°C 범위의 온도에서 10일간, 그리고 상온에서 1일간 방치 중 어죽 용기의 팽창을 확인할 수 없었고, 이어진 세균 발육 시험에서도 세균의 발육이 확인되지 않았다(데이터 미제시). 따라서, 향어 야채죽의 섭취 편의성 부여와 상온 유통을 목적으로 실시한 가열처리(목표 열처리 온도인 121°C, 20-40분 범위, 5분 간격)는 상온유통을 위한 미생물적 위해도가 없다고 판단되었다. 가열처리 시간이 경과할수록 향어 야채죽의 점도는 증가하는 경향을 보였으나 20분 및 25분 처리구 간, 30분 및 35분 처리구 간, 35분 및 40분 처리구 간의 경우 유의성이 인정되지 않았고(P>0.05), 경도는 감소하는 경향을 나타내었으나, 20분 및 25분 처리구, 30분 및 35분 처리구 간에 유의성이 인정되지 않았다(P>0.05). 어죽의 점도가 가열

Table 3. Optimum material-blending condition predicted for preparation of vegetable rice porridge with Israeli carp *Cyprinus carpio* obtained by MINITAB program

| Dependent variables | Value | X ₁ ¹ | X ₂ |
|--------------------------------|--------|-----------------------------|----------------|
| Y ₁ ² | Target | 22,000 | 22,000 |
| | Coded | 0.04 | 1.04 |
| | Actual | 0.91 | 0.83 |
| Y ₂ | Target | 2,000 | 2,000 |
| | Coded | -1.33 | 0.48 |
| | Actual | 0.55 | 0.92 |
| Y ₃ | Target | 200.0 | 200.0 |
| | Coded | 0.00 | -0.93 |
| | Actual | 0.90 | 0.63 |
| Y ₄ | Target | Max | Max |
| | Coded | 0.10 | 0.33 |
| | Actual | 0.93 | 0.89 |
| Multiple response optimization | Coded | 0.01 | 0.24 |
| | Actual | 0.90 | 0.87 |

¹X₁, A/(B+C); X₂, B/C. ²Y₁ (viscosity, mPa·s), Y₂ (hardness, N/m²), Y₃ (amino acid-N, mg/100 g), Y₄ (overall acceptance, score).

처리 시간이 경과할수록 증가하는 것은 쌀 전분이 더 많은 미세조직으로 분해 후 수화되어 팽윤되기 때문이라 판단되었고 (Srikaeo and Sopade, 2010), 가열처리 시간이 경과할수록 어죽의 경도가 감소하는 것은 가열에 의해 부원료인 고형물(당근 및 애호박)이 연화되었기 때문이라 판단되었다. 가열처리 시간에 따른 야채죽의 냄새강도 및 갈변도는 모든 처리구 간에 유의적인 차이가 없었다($P>0.05$). 이와 같이 야채죽의 가열처리 시간별 냄새강도와 갈변도의 변화가 미미한 것은 주원료인 향어 페이스트의 냄새성분이 부원료에 의해 포집, 희석 및 마스크(masking)됨과 동시에 탈기 공정에 의하여 일부가 제거되었기 때문이라 판단되었다(Lee et al., 1989).

가열처리 시간(레토르트처리 121°C, 20-40분 범위, 5분 간격)

Table 4. Predicted and experimental viscosity, hardness, amino acid nitrogen (amino acid-N) content and sensory overall acceptance of vegetable rice porridge with Israeli carp *Cyprinus carpio* prepared under the optimum conditions

| Dependent variables | Data | |
|-------------------------------------|----------------------|-----------------------------|
| | Predicted | Experimental |
| Y_1 (viscosity, mPa·s) | 20,150 ^{a1} | 20,359.8±191.9 ^a |
| Y_2 (hardness, N/m ²) | 2,002.9 ^a | 2,015.0±9.6 ^a |
| Y_3 (amino acid-N, mg/100 g) | 193.1 ^a | 188.1±4.9 ^a |
| Y_4 (overall acceptance, score) | 6.4 ^a | 6.5±0.2 ^a |

¹Difference letters on the data in the row indicate a significant difference at $P>0.05$.

Table 5. Comparison on F_0 value, viscosity, hardness, and volatile odor intensity (VOI) of vegetable rice porridges with Israeli carp *Cyprinus carpio* heated for different time in a retort (121°C)

| Heating time(min) | F_0 value(min) | Viscosity (x1,000 mPa·s) | Hardness (N/m ²) | VOI (level) | Browning(Absorbance) |
|-------------------|------------------|--------------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 20 | 10.1 | 13.8±0.9 ^{a1} | 2,393±144 ^c | 652.0±6.7 ^a | 0.156±0.006 ^a |
| 25 | 17.8 | 13.1±0.9 ^a | 2,258±159 ^c | 641.8±10.4 ^a | 0.165±0.015 ^a |
| 30 | 21.1 | 17.4±0.4 ^b | 2,019±147 ^b | 653.5±4.5 ^a | 0.163±0.005 ^a |
| 35 | 27.4 | 18.4±0.3 ^{bc} | 1,854±75 ^b | 645.8±8.1 ^a | 0.161±0.019 ^a |
| 40 | 31.9 | 19.3±0.5 ^c | 1,482±30 ^a | 654.8±5.7 ^a | 0.176±0.009 ^a |

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

Table 6. Results on the sensory evaluation of vegetable rice porridge with Israeli carp *Cyprinus carpio* prepared under the optimum conditions in this experiment and various commercial vegetable rice porridges

| Rice porridge | | Sensory evaluation (score) | | | | |
|------------------------|--------------|----------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | Taste | Color | Odor | Texture | Overall acceptance |
| Prepared in this study | Israeli carp | 6.7±0.2 ^{b1} | 6.0±0.2 ^b | 5.4±0.3 ^a | 6.4±0.1 ^c | 7.0±0.3 ^b |
| | Egg | 6.4±0.1 ^a | 5.9±0.3 ^{ab} | 5.7±0.1 ^a | 6.1±0.0 ^{ab} | 6.7±0.2 ^{ab} |
| | Mushroom | 6.3±0.0 ^a | 5.6±0.1 ^a | 5.6±0.1 ^a | 6.1±0.2 ^{ab} | 6.4±0.3 ^a |
| Commercial | Paprika | 6.2±0.0 ^a | 5.6±0.0 ^a | 5.6±0.0 ^a | 6.3±0.1 ^{bc} | 6.5±0.2 ^a |
| | Abalone | 6.4±0.1 ^a | 5.7±0.1 ^{ab} | 5.6±0.3 ^a | 6.0±0.0 ^a | 6.7±0.2 ^{ab} |

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

에 따른 향어 야채죽의 맛, 색, 냄새, 조직감 및 종합적 기호도에 대한 관능검사 결과는 Table 6과 같다. 가열처리 시간에 따른 야채죽의 맛은 6.4-6.8점 범위, 색은 6.6-7.0점 범위로, 두 항목 모두가 처리구 간에 유의적인 차이가 인정되지 않았고($P>0.05$), 냄새는 5.9-6.3점 범위로, 가열처리 30분까지 유의적 차이가 없었으나($P>0.05$), 35분부터, 조직감 및 종합적 기호도는 각각 5.8-7.0점 범위 및 6.5-7.0점 범위로, 두 항목 모두 가열처리 시간 25분까지 유의적 차이가 없었으나($P>0.05$), 30분부터 유의적인 차이가 인정되었다($P<0.05$).

이상의 레토르트 가열조건에 따른 향어 야채죽의 F_0 value (min)와 세균 발육 특성, 조직감, 냄새(냄새 강도), 색(갈변도) 및 관능검사로 살펴본 결과 최적의 살균조건은 25분이었고, 이의 F_0 value는 17.8분이었다.

향어 야채죽의 제조를 위한 최적 공정

이상에서 구명한 향어 야채죽의 제조를 위한 최적 공정은 다음과 같다. 향어 페이스트는 원료 향어의 아가미와 내장을 제거하고, 세척 및 탈수한 G&G 처리 향어를 레토르트 파우치에 밀봉 후 레토르트로 백연화 처리를 위하여 가열처리(121°C에서 120분), 급냉 및 마쇄한 다음 이를 10메쉬 체(10 mesh sieve)로 여과하여 제조한다. 향어 야채죽은 향어 페이스트 18.0%, 가공용수 60.9%, 쌀[참쌀:멥쌀(6:4)] 9.0%, 야채(당근:애호박=1:1) 10.8%, 마늘 분말 1.0%, 소금 0.3%를 배합하고, 살균 및 호화를 위하여 레토르트로 가열처리(121°C에서 25분)한 다음 급냉하여 제조하였다.

Table 7. Results on the sensory evaluation of vegetable rice porridges with Israeli carp *Cyprinus carpio* heated for different times in a retort (121°C)

| Heating time (min) | Sensory evaluation (score) | | | | |
|--------------------|----------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Taste | Color | Odor | Texture | Overall acceptance |
| 20 | 6.4±0.5 ^{a1} | 6.6±0.4 ^a | 5.9±0.1 ^a | 5.8±0.5 ^a | 6.5±0.2 ^a |
| 25 | 6.6±0.3 ^a | 7.0±0.3 ^a | 6.1±0.2 ^{ab} | 6.2±0.2 ^{ab} | 6.6±0.1 ^{ab} |
| 30 | 6.8±0.2 ^a | 6.8±0.2 ^a | 6.0±0.1 ^{ab} | 6.6±0.1 ^{bc} | 6.9±0.3 ^b |
| 35 | 6.8±0.4 ^a | 6.7±0.5 ^a | 6.3±0.3 ^b | 6.6±0.2 ^{bc} | 7.0±0.2 ^b |
| 40 | 6.6±0.5 ^a | 6.6±0.5 ^a | 6.3±0.2 ^b | 7.0±0.5 ^c | 7.0±0.2 ^b |

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

최적공정으로 제조된 향어 야채죽의 관능 특성

최적 공정으로 제조된 향어 야채죽의 패널에 의한 맛, 색, 냄새, 조직감 및 종합적 기호도와 같은 관능 평가 결과를 시판 죽 제품 4종(달걀, 버섯, 파프리카 및 전복 첨가 제품)의 그것들과 비교하여 살펴본 결과는 Table 7과 같다. 시판 야채죽의 관능 평점은 맛이 6.2–6.4점 범위, 색이 5.6–5.9점 범위, 냄새가 5.6–5.7점 범위, 조직감이 6.0–6.3점 범위 및 종합적 기호도가 6.4–6.7점 범위이었다. 향어 야채죽의 관능 평점은 맛이 6.7점, 색이 6.0점, 냄새가 5.4점, 조직감이 6.4점, 종합적 기호도가 7.0점으로, 시판 야채죽(달걀, 버섯, 파프리카 및 전복과 같은 첨가물 첨가 죽 제품) 4종의 제품의 종류에 관계없이 제품 모두에 비하여 맛의 경우 우수하였고(P<0.05), 냄새의 경우 차이가 없었으며(P>0.05), 색의 경우 달걀 첨가 제품과, 조직감의 경우 파프리카 첨가 제품과, 종합적 기호도의 경우 달걀 첨가 제품과 전복 첨가 제품과 유의적인 차이가 없었으나(P>0.05), 나머지 첨가 제품과는 모두 유의적 차이가 있었다(P<0.05). 이상의 관능적 특성에 대한 결과로 미루어 보아 향어 야채죽은 소비자들로부터 호응을 받을 수 있으리라 추정되었다.

사 사

본 연구는 향어양식연합회의 지원에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

References

An DJ. 2019. Quality characteristics of *Tarakjuk* according to different rice varieties. M.S. Thesis, Suncheon University, Suncheon, Korea, 1-7.

aT (Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation). 2021. Current Situation Processed Food Segment Market, Rice Processing Food 2020. aT, Naju, Korea, 1-233.

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>.

Choi SR, Yu YJ, Ahn MS, Song EJ, Seo SY, Choi MK, Song YE, Han HA, So SY, Lee GK, Song YJ and Kim CK. 2015. Quality characteristics of instant gruel containing ear mushroom and black rice. *Korean J Food Nutr* 28, 428-435. <https://doi.org/10.9799/ksfan.2015.28.3.428>.

Choi SY, Ko SH and Jeong HC. 2019. Antioxidant activities and physicochemical properties of porridge by freeze dried lotus root powder of different ratios. *Culin Sci Hosp Res* 25, 147-158. <https://doi.org/10.20878/cshr.2019.25.7.015>.

Chung CY and Toyomizu M. 1976. Studies on the browning of dehydrated foods as a function of water activity-I effect of Aw on browning in amino acid-lipid system. *Bull Jpn Soc Sci Fish* 42, 697-702. <https://doi.org/10.2331/suisan.42.697>.

Govindharaj M, Roopavath UK and Rath SN. 2019. Valorization of discarded marine eel fish skin for collagen extraction as a 3D printable blue biomaterial for tissue engineering. *J Clean Prod* 230, 412-449. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.082>.

Han IJ, Park JN, Park JG, Song BS, Lee JW, Kim JH, Ryu HS, Park JR and Chun SS. 2011. Quality characteristics of milk porridge (*Tarakjuk*) sterilized with radiation technology. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40, 885-891. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2011.40.6.885>.

Heu MS, Park CH, Kim JG, Kim HJ, Yoon MS, Park KW and Kim JS. 2010. Improvement of the antioxidative and ace-inhibiting activities of commercial soy sauce using gelatin hydrolysates from the by-products of Alaska pollock. *Korean J Fish Aquat Sci* 43, 179-187. <https://doi.org/10.5657/kfas.2010.43.3.179>.

Idea P, Pinto J, Ferreira R, Figueiredo L, Spínola V and Castilho PC. 2020. Fish processing industry residues: A review of valuable products extraction and characterization methods. *Waste Biomass Valor* 11, 3223-3246. <https://doi.org/10.1007/s12649-019-00739-1>.

Jeon JE. 2020. Study on the production of sweet potato porridge in convenience food. M.S. Thesis, Kunsan University, Kunsan, Korea, 1-3.

Jung GT, Ju IO and Choi JS. 2001. Preparation and quality of instant gruel using pumpkin. *Korean J Food Preserv* 8, 74-78.

Kang KT, Heu MS and Kim JS. 2006. Preparation and characteristics of fish-frame-added snacks. *Korean J Fish Aquat Sci* 39, 261-268. <https://doi.org/10.5657/kfas.2006.39.3.261>.

Kang SI, Kim KH, Lee JK, Kim YJ, Park SJ, Kim MW, Choi BD, Kim DS and Kim JS. 2014. Comparison of the food quality of freshwater rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* cultured in different regions. *Korean J Fish Aquat Sci* 47, 103-113. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2014.0103>.

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 DS. 2012. The quality characteristics of powder pumpkin soup by different varieties of pumpkins and addition ratios. *Culin Sci Hosp Res* 18, 65-76.
- Kim JH and Hong SK. 2009. Manufacturing suitability and quality characteristics of porridge containing added oligopeptides from pork meat and isolated soybean protein. *Korean J Food Nutr* 22, 633-638.
- Kim JS and Kang SI. 2021. Fisheries Processing for Hands-on Workers. Soohaksa Co., Seoul, Korea, 18-606.
- Kim JS, Cho ML and Heu MS. 2000. Preparation of calcium powder from cooking skipjack tuna bone and its characteristics. *Korean J Fish Aquat Sci* 33, 158-163.
- Kim MJ, You BR, Lee JH and Kim MR. 2010. Effect of rice particle size on the physicochemical and nutritional properties of fish porridge. *Korean J Food Preserv* 17, 117-122.
- Kim MW, Kim YJ, Lim MJ, Lee SG, Park SY, Choi BD, Heu MS and Kim JS. 2016. Nutritional and microbiological characterization of fish jerky produced using frame muscle of the sea rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Korean J Fish Aquat Sci* 49, 263-269. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2016.0263>.
- Kim YK, Yang YR and An YI. 2002. Response of electrocardiogram to mirror carp *Cyprinus carpio* of body length. *Bull Korean Soc Fish Tech* 38, 284-288. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2002.38.4.284>.
- Kim YY, Park SY, Kang SI, Yoon IS, Hwang JY and Kim JS. 2022. Nutritional and digestive properties of Israeli carp *Cyprinus carpio* as affected by size, part and commercial value. *Korean J Fish Aquat Sci* 55, 239-248. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2022.0239>.
- KOSIS (Korean Statistical Information Service). 2023. Fisheries Statistics. Retrieved from http://kosis.kr/statisticsList/statisticsListIndex.do?menuIdM_01_01&vwcd=MT_ZTITL&parmTabId=M_01_01#SelectStatsBoxDiv on Feb 28, 2023.
- Lee EH, Kim MC, Kim JS, Ahn CB, Joo DS and Kim SK. 1989. Studies on the processing of frozen seasoned meat. 1. processing of frozen seasoned mackerel meat and changes in its taste compounds during storage. *J Korean Soc Food Nutr* 18, 355-362.
- Lee MK, Choi SH, Lim HS and Ahn JS. 2010. Quality characteristics of *Jook* prepared with green laver powder. *Korean J Food Cookery Sci* 26, 552-558.
- Li D, Kang D, Yin Q, Sun X and Liang L. 2007. Microsatellite DNA marker analysis of genetic diversity in wild common carp (*Cyprinus carpio* L.) populations. *J Genet Genomics* 34, 984-993. [https://doi.org/10.1016/S1673-8527\(07\)60111-8](https://doi.org/10.1016/S1673-8527(07)60111-8).
- Min ES and Cho JS. 2009. Quality characteristics of *Gugija-Heukimja Jook* containing different levels of black sesame powder. *Korean J Food Cook Sci* 25, 106-118.
- Park BH, Cho HS, Jeon ER and Kim SD. 2009. Quality characteristics of *Jook* prepared with *Lotus* leaf powder. *Korean J Food Cook Sci* 25, 55-61.
- Park HK, Yim SK, Sohn KH and Kim HJ. 2001. Preparation of semi-solid infant foods using sweet-pumpkin. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30, 1108-1114.
- Shin ES, Lee KA, Lee HK, Kim KBWR, Kim MJ, Byun MW, Lee JW, Kim JH, Ahn DH and Lyu ES. 2008. Effect of grain size and added water on quality characteristics of abalone porridge. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37, 245-250. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2008.37.2.245>.
- Srikaeo K and Sopade PA. 2010. Functional properties and starch digestibility of instant jasmine rice porridges. *Carbohydr Polym* 82, 952-957. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2010.06.024>.
- Vazquez JA, Fernandez-Compas A, Blanco M, Rodriguez-Amado I, Moreno H, Borderias J and Perez-Martind RI. 2019. Development of bioprocesses for the integral valorisation of fish discards. *Biochem Eng J* 144, 198-208. <https://doi.org/10.1016/j.bej.2019.02.004>.
- Vazquez JA, Fraguas J, Miron J, Valcarcel J, Perez-Martínac RI and Antelo LT. 2020. Valorisation of fish discards assisted by enzymatic hydrolysis and microbial bioconversion: lab and pilot plant studies and preliminary sustainability evaluation. *J Clean Prod* 246, 119027. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119027>.
- Wendel AP. 1999. Recovery and utilization of Pacific white-fingering frame meat for surimi production. M.S. Thesis, Oregon State University, Corvallis, OR, U.S.A.
- Wohlfarth GW, Moav R and Hulata G. 1983. A genotype-interaction for growth rate in the common carp, growing in intensively manured ponds. *Aquaculture* 33, 187-195. [https://doi-org-ssl.libproxy.kyonggi.ac.kr/10.1016/0044-8486\(83\)90399-X](https://doi-org-ssl.libproxy.kyonggi.ac.kr/10.1016/0044-8486(83)90399-X).