

# 날치(*Cypselurus agoo*) 건조 어란의 수분함량 복원을 위한 침지액의 효과

박슬기 · 심연주<sup>1</sup> · 조정빈<sup>1</sup> · 조경진<sup>1</sup> · 조두민<sup>1</sup> · 노소연<sup>1</sup> · 장예빈<sup>1</sup> · 송미루<sup>1</sup> · 김영목<sup>1,2\*</sup>

한국식품연구원 스마트제조사업단, <sup>1</sup>부경대학교 식품공학과, <sup>2</sup>부경대학교 식품과학부

## Effect of Immersion Solution Composition and Duration on the Re-moisturization of Dried Flying Fish *Cypselurus agoo* Roe

Seul-Ki Park, Yeon-Ju Sim<sup>1</sup>, Jeong-Bin Jo<sup>1</sup>, Kyung-Jin Cho<sup>1</sup>, Du-Min Jo<sup>1</sup>, So-Yeon Noh<sup>1</sup>, Ye-Bin Jang<sup>1</sup>, Mi-Ru Song<sup>1</sup> and Young-Mog Kim<sup>1,2\*</sup>

Smart Food Manufacturing Project Group, Korea Food Research Institute, Wanju 55365, Republic of Korea

<sup>1</sup>Department of Food Science and Technology, Graduate School, Pukyong National University, Busan 48513, Republic of Korea

<sup>2</sup>Division of Food Science, Pukyong National University, Busan 48513, Republic of Korea

Flying fish *Cypselurus agoo* roe is a popular food ingredient due to its abundant nutrition, unique texture, and flavor. It contains high levels of polyunsaturated fatty acids, protein, and minerals such as calcium, phosphorus, potassium, and vitamins (A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, and niacin), making it a highly utilized food ingredient. Additionally, it is widely used as a raw material for food and cooking in several countries. After harvesting, flying fish roe is dried and transported to processing plants, where it performed a re-moisturizing process. However, the conventional re-moisturizing process is time-consuming and results in some loss of quality. Thus, this study investigates the conditions required for the re-moisturization of flying fish roe including the composition of the immersion solution, immersion time, and conditions that could minimize damage to the roe. The results suggest a reasonable composition of immersion solution to minimize damage to flying fish roe and the most appropriate immersion time for re-moisturization. These results may provide valuable insights for the industry to enhance the quality of re-moisturized flying fish roe, leading to an increase in its market value and demand.

Keywords: *Cypselurus agoo*, Flying fish roe, Immersion, Re-moisturization

### 서론

어란은 풍부한 영양소를 공급할 수 있고 전세계적으로 생산되고 소비되는 식품 원료이다(Murwani et al., 2020). 많은 종류의 어란들이 상업적으로 생산 및 어획되어 공급되고 있으며 그 중 날치알은 가장 대중적으로 사용되며 다양한 요리에 사용되고 초밥의 대표 재료이기도 하다. 날치알은 홍콩, 중국, 일본, 한국, 베트남, 러시아 및 대만 등 초밥과 수산물을 다량 소비하는 아시아 국가에서 주로 수요가 높으며(Suwarso et al., 2017), 다량의 다중 불포화 지방산을 함유하고 단백질 함량이 높으며 칼슘, 인 및 칼륨과 같은 무기질과 비타민 A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub> 및 niacin 등이 풍부하여 활용도가 매우 높은 식품원료이다(Shirai et al.,

2006; Balaswamy et al., 2009; Saliu et al., 2017, 2019). 또한, 날치알은 섭취 시 입안에서 터지는 독특한 조직감을 가지고 있어 초밥 및 다양한 음식에서 소비자의 선호도가 높은 편이다(Lee et al., 2011). 국내에 날치는 주요 어종이 아니며 산업적인 의미가 없을 정도로 어획량이 낮아 날치알은 주로 중국, 인도네시아 및 페루 등의 국가로부터 생산되어 국내로 수입되고 있다(Lee et al., 2011). 특히, 인도네시아에서 생산되는 날치알은 직경이 약 1.6–2 mm이며 대량의 알이 밀집되어 있으며 흰색의 반투명 가닥(skein)과 함께 고정되어 있다(Ichimaruru et al., 2006; Suwarso et al., 2017). 날치알은 어획 후 배를 갈라 어획하는 방식과는 다르게 바다에 떠있는 야자수 잎과 해초 등에 날치가 산란한 이후 채취되고 있다(Murwani et al., 2020). 따라서 날치알

\*Corresponding author: Tel: +82. 51. 629. 5832 Fax: +82. 51. 629. 5824

E-mail address: ymkim@pknu.ac.kr



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2023.0347>

Korean J Fish Aquat Sci 56(3), 347-351, June 2023

Received 16 March 2023; Revised 9 June 2023; Accepted 16 June 2023

저자 직위: 박슬기(연구원), 심연주(대학원생), 조정빈(대학원생), 조경진(대학원생), 조두민(대학원생), 노소연(대학원생), 장예빈(대학원생), 송미루(대학원생), 김영목(교수)

을 수확하기 위해 대량의 낱치를 어획하거나 죽일 필요가 없어 지속 가능한 생산이 가능하다(Ambariyanto, 2017; Alamar et al., 2018). 일부의 낱치알은 채취 후 건조하여 가공공장 등으로 운송되고 건조공정은 저장성과 보관의 용이성을 위해 수행되고 있으며 가공공장에서는 건조된 낱치알을 침지액에 침지시켜 수분함량을 복원시킨 이후에 사용하고 있다. 건조된 낱치알의 복원 공정은 해수와 같은 염 농도(약 3%, w/v)의 용수를 낱치알 부피의 약 30배로 첨가하여 16시간 동안 침지하고 있으며, 이 과정 중 침지용액에 의해 낱치알이 파손되거나 용출되는 현상이 나타나 수분함량 복원 공정 중 낱치알의 일부가 소실되고 있다.

따라서 본 연구에서는 낱치알의 건조 과정 이후 낱치알의 수분함량을 복원하는 과정에서 침지액 조성과 시간에 따른 낱치알의 수분함량, 침지액 중 낱치알로부터 소실되는 고형분 함량 등의 결과를 제시하여 낱치알 침지 및 수분함량 복원에 대한 기초연구 자료를 제시하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 원료 및 침지조건

원료인 낱치알(flying fish roe)의 주요 어종은 *Cypselurus agoo*이며 인도네시아 낱치알 가공업체(Sindabard Marine Pioneer Co. Ltd., Pasuruan, Indonesia)에서 2022년 8월 채취되어 건조된 시료를 냉동상태로 공급받아 -20°C에 보관하면서 실험에 사용하였다. 침지액은 공급업체에서 제공한 침지액 조성을 기준으로 하여 설정하였으며 복합인산염(80% sodium polyphosphate, 10% sodium pyrophosphate, 10% sodium metaphosphate; w/v)은 관능 특성상 0.05% 초과 시 쓴맛을 유발하여 0.05%로 고정하였으며, 식염(NaCl)을 각기 다른 비율로 혼합하여 총 4가지로 구성하였다(Table 1). 낱치알과 침지액의 침지비율은 1:30 (w/v)으로 사용하였으며 건조된 낱치알 100 g을 각각의 침지액 3,000 mL에 25 ± 2°C에서 침지시켜 각 시간 단위로 시료를 채취하여 총 24시간까지 진행하였다.

### 침지액 조성 및 시간에 따른 낱치알 중 수분 함량

침지액 조성 및 시간에 따른 낱치알 수분함량의 측정은 건조된 낱치알의 수분함유량을 측정하기 위해 수행되었다. 침지액 조성별로 낱치알을 1, 2, 3, 4, 6, 10, 16 및 24시간 동안 침지시킨 후 약 3 g의 낱치알을 채취하여 증류수로 2-3회 세척한 뒤 5분간 물기를 제거하고 수분함량을 측정하였다. 수분 함량은

Table 1. Composition and ratio of the immersion solution (% , w/w) and flying fish *Cypselurus agoo* roe

	A solution	B solution	C solution	D solution
Sodium chloride	0	0	3	5
Mixed phosphate	0	0.05	0.05	0.05
Ratio	1 : 30 (Dried roe : Immersion solution, w/v)			

105°C에서 상압가열건조법(AOAC, 2019)에 따라 측정하였다. 수분함량은 시료 중량에 대비하여 나타내었다(% , w/w).

### 침지액 중 고형분 함량 측정

침지과정 중 낱치알이 손상을 입어 용출되는 물질의 양을 측정하기 위해 시간에 따라 침지액을 채취하여 고형분 함량을 측정하였다. 고형분 함량은 침지시간 별로 침지액을 잘 혼합한 다음 약 3 mL을 채취하여 상압가열건조법(AOAC, 2019)으로 모든 수분을 제거한 뒤 중량을 측정하였으며, 아래 제공되는 계산식과 같이 전체 침지액 질량 중 각 침지용액에 포함된 첨가물의 함량을 제외시켜 계산하였다.

$$\text{Moisture contents (g)} = \text{Before drying (Tube weight + sample weight)} - \text{After drying (Tube weight + additives weight)} \quad \dots(\text{Eq.1})$$

$$\text{Immersion weight (g)} = \text{Before drying (Tube weight + sample weight)} - \text{Empty tube weight} \quad \dots(\text{Eq.2})$$

$$\text{Solid weight (g)} = \text{Immersion weight} - \text{Moisture contents} \quad \dots(\text{Eq.3})$$

$$\text{Final solid contents in immersion (g)} = \text{Solid weight} - \text{Additives weight} \quad \dots(\text{Eq.4})$$

### 통계분석

본 연구에서 수행한 모든 실험은 3회 반복하여 진행하였으며 모든 측정치는 평균 ± 표준편차로 나타내었다. 실험 결과들의 유의성 검증을 위해 SPSS 27 (Statistical Package for Social Science, Chicago, IL, USA) 통계 프로그램을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 수행한 후, P < 0.05 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 침지액 조성별 침지시간에 따른 낱치알의 수분함량

침지액 조성에 따른 시간 별 낱치알의 수분함량의 결과는 Fig. 1에 나타냈으며 침지 시간 별 낱치알의 외형 변화에 대한 사진은 Fig. 2에 나타내었다. 침지 전 건조된 상태의 낱치알의 수분함량은 18.61 ± 0.51% (w/w)로 나타났으며, 침지 1시간 만에 약 79-81%의 수분을 함유하는 것으로 나타났다. 첨가물 없이 증류수만 사용한 A solution과 복합인산염 0.05%가 함유된 B solution의 경우 최대 약 84% 이상의 수분 보유량을 나타내었으나, 식염을 3%를 포함한 C solution은 침지 2시간까지 유익적으로 소폭 증가하였으며, 식염 5%를 포함한 D solution은 침지 6시간에 가장 높은 수분 보유량을 나타내었고 이후 유사한

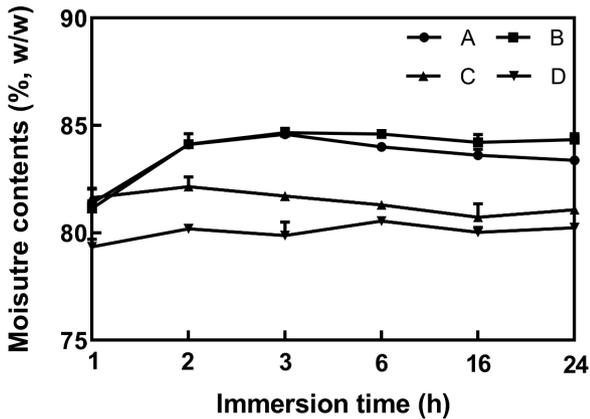


Fig. 1. Changes of moisture contents in flying fish *Cypselurus agoo* roe according to immersion time. A solution, Distilled water; B solution, 0.05% of mixed phosphate; C solution, 3% of sodium chloride with 0.05% of mixed phosphate; D solution, 5% of sodium chloride with 0.05% of mixed phosphate. \*The moisture content of dried flying fish roe before immersion was determined to be  $18.61 \pm 0.51\%$  (w/w).

수준으로 유지되었다( $P < 0.05$ ). A 및 B solution의 경우 침지 3시간에 가장 높은 수분 보유량을 나타내었으며 그 이후는 통계적 차이 없이 유지되는 것으로 나타났다. 수입 어란들의 일반 성분 분석결과를 보고한 Lee et al. (2011)에 따르면 인도네시아에서 수입된 날치알을 포함하는 수입 어란들 중에는 염장 제품을 제외하고도 약 1-3%의 염 농도가 측정되었으며 조사한 모든 어란의 수분함량은 약 60% 이상으로 분석되었다. 본 연구에 사용된 건조 날치알의 수분 함량은 약 18%로 측정되었고, 침지 용액에 침지 후 약 1시간이 지난 후 약 80% 이상의 수분 보유량을 나타내었다. 하지만, 침지용액의 종류에 따라 최대 수분 보유량은 다르게 나타났으며 그 중 A 및 B solution에 침지된 날치알의 수분 함량이 높게 측정되었다. 이는 Lee et al. (2011)의 연구에서 보고된 바와 같이 날치알 중 일정 수준의 염도가 침지용액과의 삼투압 작용에 의해서 NaCl이 포함된 C 및 D solution에 침지한 날치알의 수분함량이 낮게 측정된 것으로 판단된다.

**침지액 중 고형분 함량 측정**

침지액 중 고형분 함량은 날치알이 침지과정 중 손상을 입어 유실되는 양을 측정하기 위해 수행되었으며 결과는 Table 2와 같다. 모든 침지용액 실험구에서 시간이 지날수록 측정되는 고형분의 함량이 증가하였고 이는 침지액 조성에 따라서도 통계적으로 유의적인 차이를 나타내었다. A solution은 모든 침지시간 조건에서 가장 적은 양의 고형분 함량이 측정되어 가장 날치알의 수분함량 복원 중에 소실되는 양이 적게 나타났다. 다음으로는 D solution, B solution 그리고 C solution의 순서로 침지액 중 고형분 함량이 적게 나타났다. C 및 D solution의 경우 날치알 중 존재하는 염농도보다 높은 농도의 침지용액이기 때

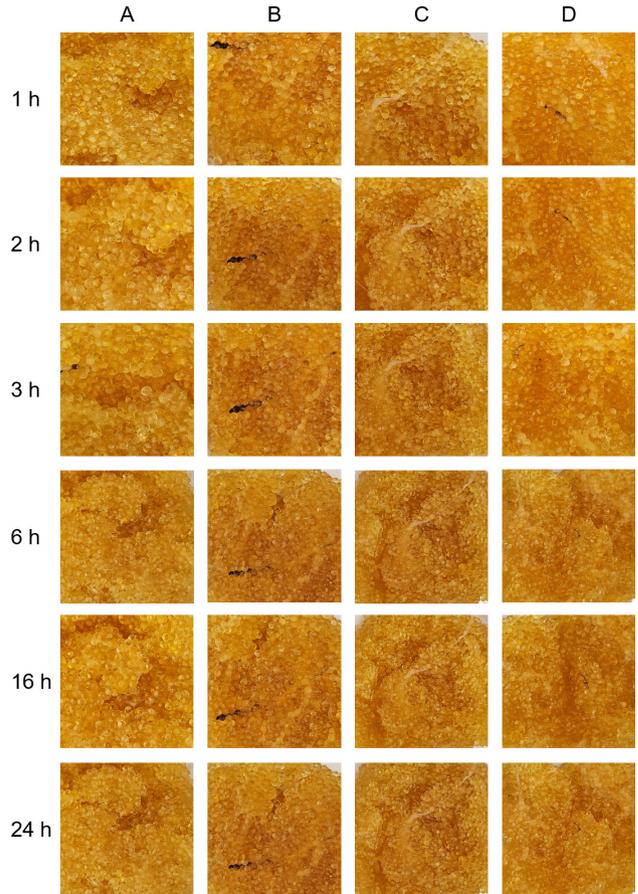


Fig. 2. Appearance images ( $\times 10$ ) of flying fish *Cypselurus agoo* roe under different immersion solutions and times. A solution, Distilled water; B solution, 0.05% of mixed phosphate; C solution, 3% of sodium chloride with 0.05% of mixed phosphate; D solution, 5% of sodium chloride with 0.05% of mixed phosphate.

문에 역삼투압 현상이나 농도구배 등에 의해 날치알의 세포벽이나 조직이 손상을 받아 날치알 성분이 손실되는 것으로 판단된다. 날치알에서 소실되는 고형분은 미량이지만 사용되는 침지액의 조성에 따라 통계적인 유의차가 관찰되어 침지과정에서 가장 날치알의 손상을 방지하고 유실되는 양을 감소시킬 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구 결과는 건조된 날치알의 수분함량을 복원시키고 침지시간과 침지용액의 조성을 결정할 수 있는 기초자료를 조사하기 위하여 수행되었다. 날치알에는 일정 수준의 염도(약 1-3%)가 있기 때문에 염 농도가 낮거나 없는 침지 용액(A 및 B solution)의 경우 높은 수준의 복원력과 날치알 보유 수분 함량을 나타내었으며, NaCl이 첨가된 침지용액(C 및 D solution)의 경우

Table 2. Changes of solid contents in immersion solution according to immersion time

Immersion time	Solid contents of immersion solution (% w/v)			
	A Solution <sup>1</sup>	B Solution	C Solution	D Solution
1 h	0.3385±0.0124 <sup>fd2</sup>	0.4009±0.0049 <sup>hb</sup>	0.4466±0.0144 <sup>ga</sup>	0.3670±0.0009 <sup>fc</sup>
2 h	0.3509±0.0047 <sup>efc</sup>	0.4157±0.0063 <sup>gb</sup>	0.4687±0.0156 <sup>fga</sup>	0.3688±0.0119 <sup>fc</sup>
3 h	0.3731±0.0027 <sup>ded</sup>	0.4403±0.0060 <sup>fb</sup>	0.4809±0.0079 <sup>efa</sup>	0.3916±0.0060 <sup>ec</sup>
4 h	0.3880±0.0015 <sup>cdD</sup>	0.4616±0.0053 <sup>eb</sup>	0.4988±0.0009 <sup>dea</sup>	0.4132±0.0038 <sup>dc</sup>
6 h	0.4094±0.0268 <sup>bcc</sup>	0.4717±0.0058 <sup>db</sup>	0.5064±0.0100 <sup>da</sup>	0.4249±0.0087 <sup>cdC</sup>
10 h	0.4166±0.0050 <sup>bc</sup>	0.4998±0.0031 <sup>cb</sup>	0.5496±0.0256 <sup>ca</sup>	0.4374±0.0087 <sup>cc</sup>
16 h	0.4288±0.0086 <sup>abd</sup>	0.5483±0.0022 <sup>bb</sup>	0.5984±0.0057 <sup>ba</sup>	0.5026±0.0174 <sup>bc</sup>
24 h	0.4478±0.0214 <sup>ad</sup>	0.5696±0.0094 <sup>ab</sup>	0.6738±0.0136 <sup>aa</sup>	0.5385±0.0070 <sup>ac</sup>

<sup>1</sup>A solution, Distilled water; B solution, 0.05% of mixed phosphate; C solution, 3% of sodium chloride with 0.05% of mixed phosphate; D solution, 5% of sodium chloride with 0.05% of mixed phosphate. <sup>2</sup>Values are means±SD. Values sharing the same uppercase and lowercase letter within a row and column are not significantly different at P<0.05.

에는 수분 복원력이나 날치알 보유 수분 함량도 A 및 B solution 보다 낮게 측정되었다. A 및 B solution의 경우 최대 수분함량에 도달한 시간은 3시간으로 나타났으며 그 이후에는 유의적 차이가 나타나지 않았다. 침지액 중 고형분 함량은 날치알이 침지 과정 중 침지용액에 의해 파손되어 용출되는 양을 간접적으로 측정하였으며, 이를 최소화하기 위해서는 본 연구에서 사용된 증류수 또는 NaCl이 포함되지 않는 담수 등을 사용하여야 짧은 시간에 높은 효율로써 날치알 수분함량 복원을 기대할 수 있다.

이상의 결과를 종합해 보면, 본 연구에서는 기존의 건조 날치알 수분함량 복원을 위한 16시간의 침지공정을 3시간으로 줄일 수 있는 침지공정을 도출하여 침지공정 시간 최소화를 통한 비용 저감과 장기간의 침지공정 중에 발생할 수 있는 식품품질 저하를 최소화할 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 본 연구결과는 건조된 날치알의 복원 공정의 효율을 높이는데 기초 자료로써 활용될 것으로 기대된다.

## 사 사

이 논문은 2023년도 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(20210695 수산물 신선유통 스마트 기술개발). 이 논문은 2021년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2021R1A6A1A03039211).

## References

- Ambariyanto A. 2017. Conserving endangered marine organisms: Causes, trends and challenges. IOP Conf Ser Earth Environ Sci 55, 012002 <http://doi.org/10.1088/1755-1315/55/1/012002>.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2019. Official Methods of Analysis of AOAC International. 21st ed. AOAC, Washington D.C., U.S.A
- Balaswamy K, Rao PP, Rao GN, Rao DG and Jyothirmayi T. 2009. Physico-chemical composition and functional properties of roes from some fresh water fish species and their application in some foods. J Environ Agric Food Chem 8, 704-710.
- Ichimaru T, Mizuta K and Nakazono A. 2006. Studies on the egg morphology and spawning season in the mirror-finned flying fish *Hirundichthys oxycephalus* in the waters near Kyushu, Japan. Nippon Suisan Gakkaishi 72, 21-26. <https://doi.org/10.2331/SUISAN.72.21>.
- Joshi A, Kaur S, Dharamvir K, Nayyar H and Verma G. 2018. Multi-walled carbon nanotubes applied through seed-priming influence early germination, root hair, growth and yield of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). J Sci Food Agric 98, 3148-3160. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8818>.
- Lee JS, Kim JS, Kim JG, Oh KS, Choi BD, Park KH and Choi JD. 2011. Food quality characterization and safety of imported fish roe (Japanese flyingfish roe, capelin roe and Pacific herring roe). J Agric Life Sci 45, 95-108.
- Murwani R, Kumoro AC, Ambariyanto A and Naumova EN. 2020. Nutrient composition of underutilized skeins of flying fish (*Hirundichthys oxycephalus*): The new and better egg whites. J Food Compos Anal 88, 103461. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103461>.
- Saliu F, Leoni B and Della Pergola R. 2017. Lipid classes and fatty acids composition of the roe of wild *Silurus glanis* from subalpine freshwater. Food Chem 232, 163-168. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.009>.
- Saliu F, Magoni C, Lasagni M, Della Pergola R and Labra M. 2019. Multi-analytical characterization of perigonadal fat in bluefin tuna: From waste to marine lipid source. J Sci Food Agric 99, 4571-4579. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9696>.
- Shirai N, Higuchi T and Suzuki H. 2006. Analysis of lipid classes and the fatty acid composition of the salted fish roe food

- products, Ikura, Tarako, Tobiko and Kazunoko. Food Chem 94, 61-67. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.10.050>.
- Suwarso S, Zamroni A and Wijopriyono W. 2017. Eksploitasi sumber daya ikan terbang (*Hirundichthys oxycephalus*, Famili Exocoetidae) di perairan Papua Barat: Pendekatan riset dan pengelolaan. BAWAL Widya Riset Perikanan Tangkap 2, 83-91. <http://dx.doi.org/10.15578/bawal.2.2.2008.83-91>.