

## 알긴산을 첨가한 수리미 혼합물의 응고에 미치는 칼슘의 영향

김수룡 · 한현수 · 박예린 · 강유석 · 박정철 · 서훈서 · 최예희 · 김수형 · 정소미 · 강우신 · 김한호 · 류시형 · 이지은 · 쉬시아오통 · 이가혜<sup>1</sup> · 안동현\*

부경대학교 식품공학과/식품연구소, <sup>1</sup>부경대학교 수산과학연구소

## Effect of Calcium Type on Coagulation of Surimi Mixture with Alginic Acid

Su-Ryong Kim, Hyeon-Su Han, Ye-Lin Park, Yoo-Seok Kang, Jeong-Cheol Park, Hun-Seo Seo, Ye-Hui Choi, Su-Hyeong Kim, So-Mi Jeong<sup>1</sup>, Woo-Sin Kang, Han-Ho Kim, Si-Hyeong Ryu, Ji-Eun Lee, Xiaotong Xu, Ga-Hye Lee<sup>1</sup> and Dong-Hyun Ahn\*

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

<sup>1</sup>Institute of Fisheries Sciences, Pukyong National University, Busan 46041, Korea

In this study, the possibility of use as a cartridge for 3D printing was confirmed by adding calcium to the alginic acid-added surimi mixture. The Alaska pollack *Gadus chalcogrammus* surimi added with alginic acid was immersed in a calcium solution (1 M calcium carbonate, 1 M calcium chloride, 1 M calcium sulfate, and 0.1 M calcium lactate) to evaluate the physical properties, color differences, and sensory properties of Alaska pollack surimi according to calcium types. As the results, in the case of surimi paste to which 1 M calcium carbonate was added, physical properties were weaker than that of 1 M calcium chloride, but gelation was appropriate and sensory properties was excellent. Addition of 1 M calcium chloride has the best physical properties, but it has a problem of bitter taste. With the addition of 1 M calcium sulfate, it has low solubility and poor physical properties as well as poor elasticity and bad taste. Addition of 0.1 M calcium lactate has weak physical properties but good sensory properties. From these results, 1 M calcium chloride has the best physical properties, but there is a decisive problem in sensory properties, so 1 M calcium carbonate is most suitable for commercial use.

Keywords: Surimi, 3D printer, Calcium, Alginic acid, Alaska pollack

### 서론

알긴산은 감태, 미역, 모자반 등과 같은 갈조류에 다량으로 존재하는 산성 점질 다당류이며 콜레스테롤 저하 및 비만 억제(Back et al., 2014)의 기능성과 더불어 활성산소 제거(Ko et al., 2010), 암세포 증식 억제(Park et al., 2005) 등의 기능을 갖고 있어 기능성 물질로 주목받고 있다. 알긴산은 특히 알긴산염 수용액에 2가 이상의 금속이온을 첨가하면 알긴산의 금속염이 겔상으로 석출되는 특징이 있다(Kim and You, 2017). 알긴산의 금속염이 겔상으로 석출될 때, 다른 현탁물질을 포집하고, 흡착하는 성질이 매우 크므로 이러한 성질을 이용하여 알긴산은 응집

제, 증점제, 안정제 및 코팅제 등 산업적으로 다양하게 활용되고 있다(Lee, 2008; Jeung et al., 2009). 따라서 알긴산은 향후 기능적, 이화학적 측면 등 산업화에 다방면으로 활용하게 될 중요한 소재라 할 수 있다. 최근 글로벌 산업계는 인공지능(artificial intelligence, AI) 기반 산업을 핵심으로 하는 4차 산업혁명의 새로운 격변기를 맞이하고 있다(Lee, 2017). 미래의 혁신기술이라고 하는 3D 프린팅은 3D 프린터를 이용하여 입체적 사물을 인쇄하는 과정으로 사물을 인쇄하는 것뿐만 아니라, 사물을 인쇄하기 위해 디자인하고, 설계하는 모든 과정을 통하여 결과물을 생성하는 과정을 말한다(Ryu and Seo, 2017; Jang et al., 2020). 현재 3D 식품 프린터와 소재 개발이 세계의 다양한 기

\*Corresponding author: Tel: +82. 51. 629. 5831 Fax: +82. 51. 629. 5824

E-mail address: dhahn@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.2021.0218>

Korean J Fish Aquat Sci 54(2), 218-223, April 2021

Received 21 December 2020; Revised 21 January 2021; Accepted 9 March 2021

저자 직위: 김수룡(대학원생), 한현수(대학생), 박예린(대학생), 강유석(대학생), 박정철(대학생), 서훈서(대학생), 최예희(대학생), 김수형(대학생), 정소미(연구원), 강우신(대학원생), 김한호(대학원생), 류시형(대학원생), 이지은(대학원생), 쉬시아오통(대학원생), 이가혜(연구원), 안동현(교수)

관과 기업을 통해 진행되고 있다. 일반적으로 3D 프린터용 소재는 자체 무게에 의한 무너짐이 없이 형상을 유지할 수 있어야 하고, 노즐을 통해 쉽게 압출될 수 있는 유동성이 있어야 한다(Kim et al., 2020). 하지만 이러한 조건을 만족하는 식품 소재는 많지 않아서 구아검, 잔탄검과 같은 증점제를 사용하여 물리적 특성을 조절하기도 한다(Dziedzic, 1991; Katzbauer, 1998). 또한 식품의 경우 다양한 성분으로 구성되어 있어 인쇄 후 변형 거동의 정량화와 예측이 매우 어려워 현재까지 이것을 명확하게 평가할 수 있는 기술이 없는 실정이다. 따라서 3D 프린터용 식품 소재의 가공 방법과 적용 분야에 따른 특화된 식품 소재 개발 연구가 필요하다(Kim et al., 2020).

한편, 게맛살, 어육소시지 및 새우맛살 등과 같은 수산물 연제품은 비린내와 잔가시에 대한 부담이 적어 동·서양 할 것 없이 그 소비가 증가되고 있다(Chun and Yoon, 2011). 이에 따라 게맛살, 어육소시지, 새우맛살 등의 제조를 위한 중간 소재인 수리미 생산 또한 증가하는 추세이며, 식품산업에서 3D 프린팅 카트리지를 소재로 주목받고 있다(Heu et al., 2010). 수리미는 60년대 일본의 Nishitami 등이 동결 내성이 약한 북양 명태의 높은 이용을 위한 연구결과 개발된 것으로 알려져 있다(Kim et al., 2011). 식품 산업에서 3D 프린팅 카트리지는 제조기업 현장에서 직접 제조하여 적층하거나 제조된 카트리지를 유통하여 사용하는 방법이 존재하며, 특히 수리미를 카트리지로 사용할 경우 높은 품질등급의 수리미가 요구된다. 수리미는 품질에 따라 SSA, SA, FA, A, KA RA 및 B 등급으로 분류되고 있으며 수분함량, 백색도, 단백질함량과 더불어 탄력과 겔성은 수리미의 품질등급을 결정하는데 중요한 요소 중 하나이다(Jin et al., 2007a, 2007b; Kim et al., 2012; Ahn et al., 2019). Ahn et al. (2019)의 연구에 따르면 수리미의 수분함량 범위는 70-80%로 등급이 낮아질수록 그 함량이 증가하고, 단백질함량 범위는 15-18%로 등급이 낮아질수록 그 함량이 감소한다고 보고하였다. 또한 백색도와 겔 형성능은 등급이 높아질수록 증가한다고 보고하였다.

수산물은 계획생산이 어렵고 보존성이 약하다는 취약점이 있고 특히 수리미 수급량은 한정적이며 또한 수리미의 원료 특성 중 적색육 어류를 포함한 기타 겔성이 약한 어종은 수리미 생산에 적합하지 않다는 문제점을 갖고 있다(Choi and Choi, 2003; Kim et al., 2011). 따라서 근본적인 수리미의 겔화 문제를 해결하여 3D 프린팅 카트리지를 개발한다면 연제품 산업이 보다 생산적이고 경제적인 산업으로 발전해 나갈 수 있을 것으로 사료된다.

현재 수리미의 겔화와 관련된 연구는 Choi et al. (2002)의 산 및 알칼리 공정으로 조제한 수리미 가열 겔의 물성 특성, Park et al. (2003b)의 냉동 백조기의 알칼리 수리미 겔 제조를 위한 전분 및 비근육 단백질의 최적화, Park et al. (2003a)의 산과 알칼리 공정으로 제조한 어육 수리미의 가열 겔에 미치는 근형질단백질과 NaCl의 영향, Choi and Choi (2003)의 전갱이의 알칼리

수리미 겔 제조를 위한 전분 및 비근육 단백질의 최적화, Kang et al. (2006)의 NaCl 첨가량에 따른 돈육 수리미의 겔 특성 등이 있다. 하지만 해조 다당류를 첨가하여 수리미 겔화를 개선시키는 연구는 아직 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 유통 가능한 3D 프린터 카트리지를 개발하고자 명태 수리미에 해조 다당류인 알긴산을 첨가한 후, 2가 양이온 칼슘용액에 침지하여 응고 및 관능적 특성 변화를 확인하였다.

## 재료 및 방법

### 실험 재료

본 실험에는 KA급 알래스카산 명태 수리미를 KOREAN SEAFOOD사(Busan, Korea)에서 구입하여 사용하였다. 명태 수리미를 1.7 kg block형태로 절단한 후 polyethylene bag에 담아 -30°C 이하의 동결고에 저장하면서 실험에 사용하였다.

### 시료 준비

-30°C 이하의 냉동 수리미를 4°C 냉장상태로 해동한 후 분쇄하여 사용하였다. 얼음은 얼음 파쇄기(KIS-1, KUMKANG-KIND Co., Seoul, Korea)를 이용해 입자를 곱게 갈아 사용하였다. 분쇄한 수리미를 silent cutter (ST11, ADE Co., Hamburg, Germany)에 넣고 분쇄 후 소금(Hanjusalt Co. Ltd., Ahnsan, Korea), 설탕(CJ cheiljedang Co. Ltd., Seoul, Korea), 인산염(MSC Co. Ltd., Kyeongnam, Korea)을 첨가하고 고기 같이 한 후 얼음을 첨가하고 혼합하였다. 이후 알긴산(1%)을 첨가하고 혼합하였다. 혼합물은 충전기(DICK 15LB, DICK Co., Germany)에 물리적인 강한 충격을 주어 기포를 빼고 PVDC casing에 충전하여 sealing machine (PACKNER HR-PS2, MAX Co., Japan)에서 결찰 후 열수탱크(DDW-WBT110, DONGWON SCIENTIFIC SYSTEM Co., Busan, Korea)에서 80°C 조건으로 50분간 가열하였다. 이후 5°C에서 30분 동안 냉각시킨 것을 대조구로 하였고, 냉각 후 각 종류의 칼슘 용액에 2분간 침지 한 것을 처리군으로 하였다. 종류별 칼슘용액은 탄산칼슘(CaCO<sub>3</sub>), 염화칼슘(CaCl<sub>2</sub>), 황산칼슘(CaSO<sub>4</sub>)을 각각 1 M 농도로 제조하였고, 젯산칼슘(C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>6</sub>Ca·5H<sub>2</sub>O)의 경우는 용해성을 고려하여 0.1 M 농도로 제조하였다.

### 색도 측정

시료를 절단하여 분광색도계(colormeter, JC 801, Color Technosystem Co., Tokyo, Japan)로 manual에 따라 측정하였고, L\* (Lightness, 명도), a\* (redness, 적색도), b\* (yellowness, 황색도) 값으로 나타내었다. 표준백판 값은 X=92.35, Y=83.92, Z=96.98이며, ΔE 값은 ΔL, Δa, Δb의 값을 이용하여 구한 색차 값을 나타낸다.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

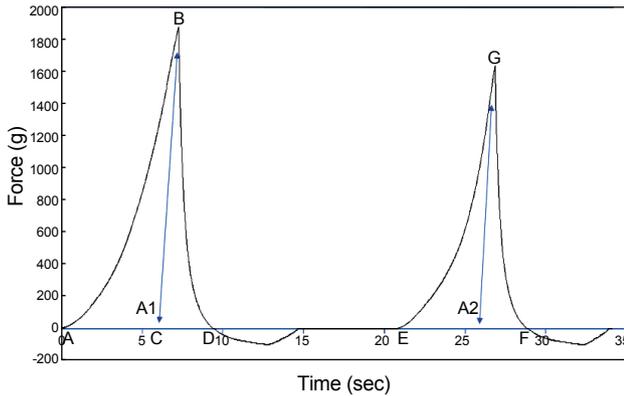


Fig 1. Typical force-distance curve in TPA test (Lee and Yoo, 2000). TPA, texture profile analysis.

### 물성 측정

물성 측정은 Lee and Yoo (2000)의 방법을 참고하였고, Texture meter (T1-AT2, SMS Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 TPA(Texture Profile Analysis) 매개변수 경도(hardness), 점착성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness), 복원성(resilience)을 측정하였다. 충전된 원주형 시료를 가로, 세로, 높이가 3 cm × 3 cm × 1.5 cm가 되도록 자른 후 직경 40 mm 원통형에 담아 P/45 (45 mm diameter aluminum cylinder probe)를 이용하여 test speed 1.00 mm/s, strain 50%, trigger force 5.0 g의 조건에서 5회 이상 측정된 후에 평균값을 취하였다. 경도는 Fig. 1과 같이 가장 높은 압착점(B, G)를 의미하고, 점착성은 시료와 probe가 떨어지는데 까지 필요한 시간(D에서 E까지 걸리는 시간), 탄력성은 압착 후 다시 회복되는 시료의 높이(EF/AC), 응집성은 면적(A2/A1)의 비율, 씹힘성은 (B × 탄력성 × 응집성), 검성은 (B × 응집성)으로 나타났다.

### 관능 평가

기호도 검사는 부경대학교 식품공학과 학생 중 숙련된 10명의 panel을 선정하여 시료에 대하여 색(color), 냄새(smell), 비린내(fish smell), 맛(taste), 이미(abnormal taste), 조직감(texture),

경도(hardness), 탄력성(springiness) 및 종합적 기호도(preference) 등 9가지 항목을 7점 척도를 이용하여 평가하였다. 관능 평가 대상 시료는 가로, 세로, 높이가 5 cm × 5 cm × 5 cm 크기가 되도록 흰색 플라스틱 접시에 담아서 제공하였다. 숙련된 panel의 나이와 성별 등을 기록하고, 시료와 시료를 검사하는 중간에 물로 입을 행구며 객관적으로 검사에 응하였다.

### 통계 처리

모든 실험 결과에 대한 통계 분석은 SAS program (ver. 9.3, SAS Institute, Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 실험 처리된 값의 평균값을 분산분석 한 후, Duncan's multiple range test 방법으로 P < 0.05 수준에서 항목 간의 유의적인 차이를 검정하였다.

### 결과 및 고찰

#### 색도

가로, 세로, 높이가 5 cm × 5 cm × 5 cm 인 수리미 시료를 각각 4종의 갈색 용액에 2분간 침지 한 후 분광색도계를 이용하여 색도를 측정된 결과는 Table 1과 같다. 1 M 황산갈색 용액에 침지한 수리미의 경우, L\*와 b\* 값이 각각 71.96과 3.91로 유의적으로 가장 높은 값을 나타냈다. 환원성이 높은 SO<sub>4</sub> 잔기들은 표백의 성질이 있는 것으로 알려져 있는데(Jeong et al., 2020), 이와 비슷한 예로 아황산염은 밀가루 제조과정 시 표백제로서 많이 이용되고 있다. 따라서 이와 유사한 이유로 1 M 황산갈색에 침지한 수리미의 L\*값이 가장 높은 것으로 여겨진다. 또한 Jin et al. (2007c, 2007d)은 수리미의 백색도가 육색소인 myoglobin 등이 함유된 근형질단백질 함량에 영향을 받는다고 하여 명도와와의 관련성을 제시하였는데, SO<sub>4</sub> 잔기들의 영향으로 myoglobin 등이 변성된 것으로 여겨지며, 더불어 b\*값 또한 L\* 값에 의존하여 그 값이 증가한 것으로 사료된다.

한편 1 M 염화갈색에 침지한 수리미의 경우, a\* 값이 1.61로 유의적으로 가장 높은 값을 나타냈다. 이는 Kang et al. (2006)에서 기술한 바와 같이 염화나트륨이 첨가되었을 때 헴(Heme) 관련 색소 단백질들이 효율적으로 변성되지 않아 적색도가 유지되었다는 결과와 유사하다. 또한 1 M 염화갈색에 침지한 수

Table 1. Changes in color value of alginate acid-added Alaska pollack *Gadus chalcogrammus* surimi mixture by treatment of calcium

Treatments	L*	a*	b*	ΔE
Control	71.53±0.29 <sup>ab</sup>	0.55±0.32 <sup>bc</sup>	3.83±0.25 <sup>ab</sup>	21.94±0.27 <sup>a</sup>
CaCO <sub>3</sub> (1 M)	71.50±0.73 <sup>ab</sup>	0.88±0.32 <sup>b</sup>	3.84±0.23 <sup>ab</sup>	21.93±0.74 <sup>a</sup>
CaCl <sub>2</sub> (1 M)	71.22±1.92 <sup>b</sup>	1.61±1.29 <sup>a</sup>	3.18±0.58 <sup>c</sup>	22.19±1.96 <sup>a</sup>
CaSO <sub>4</sub> (1 M)	71.96±0.23 <sup>a</sup>	0.26±0.21 <sup>c</sup>	3.91±0.14 <sup>a</sup>	21.48±0.22 <sup>a</sup>
C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>6</sub> Ca·5H <sub>2</sub> O (0.1 M)	71.68±0.34 <sup>ab</sup>	0.63±0.14 <sup>bc</sup>	3.65±0.13 <sup>b</sup>	21.70±0.34 <sup>a</sup>

L\*, Lightness; a\*, redness; b\*, yellowness; ΔE, color difference. Means in the same row (a-c) bearing different superscript in sample are significantly different (P < 0.05).

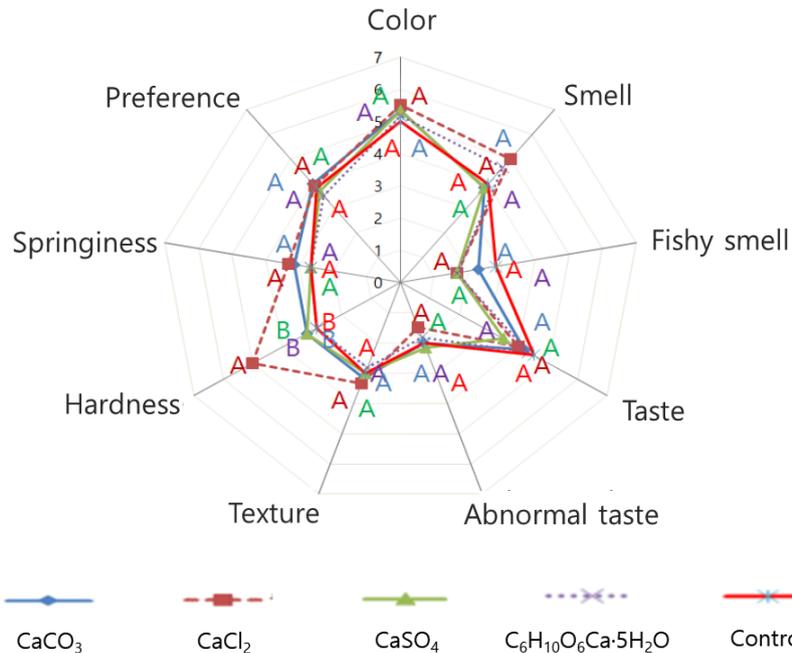


Fig 2. Change in sensory evaluation of alginic acid-added Alaska pollack *Gadus chalcogrammus* surimi mixture by treatment of calcium. Values with different character (A-B) within same item are significantly different at  $P < 0.05$ .

리미는  $b^*$  값이 3.18로 가장 낮은 값을 나타냈는데, 유사한 결과로 Hah et al. (2007)은 닭가슴살 수리미에서 NaCl을 첨가하지 않은 시료에 비해 첨가한 시료들의 황색도가 낮게 나타났다고 하였으며, Kang et al. (2006)은 돼지고기 수리미 내의 근원섬유 단백질과 포함된 헴(Heme)관련 색소물질들은 첨가되는 NaCl 양이 2-3%일 때 불활성화 되어 황색도를 낮춘다고 보고하였다. 따라서 높은 농도(1 M)의 염이온이 근원섬유 단백질과 일부 헴(Heme)관련 색소 단백질들을 불활성화 하여 오히려  $b^*$  값이 낮아지는 것으로 사료된다.

### 물성 측정

본 연구에서는 3D 프린트 카트리지를 위한 혼합물을 제조하기 위한 것으로 기본 개념은 어육 수리미 혼합물이 가열처리에 의한 열변성으로 일어나는 어육 수리미 단백질의 겔화를 최대한 약

하게 하는 조건으로 하고, 3D프린터에서 적출 후 겔화 시키기 위하여 혼합물에 알긴산을 첨가하고 적출 후 칼슘용액으로 응고시키는 원리를 이용하였다. 이와 같은 방법은 카트리지를 저장, 유통하는 과정에서 어육 수리미가 카트리지 내부에서 응고하여 3D 프린터로 적출 시 문제가 되는 것을 방지하기 위한 목적이 된다.

식품을 3D 프린터에 적용하기 위해서는 3D 프린터를 통해 사출된 뒤 무너짐 없이 그 형상이 유지되어야 하므로 일정 수준의 경도가 필요하고, bed와 먼저 사출된 물질이 잘 부착되는 성질을 지니고 있어야 하므로 점착성 또한 필요하다(Kim et al., 2020). 따라서 알긴산을 첨가한 명태 수리미를 대조군으로 하여 각 종류별 칼슘 용액에 침지한 수리미의 물성을 비교하여 칼슘 용액 침지에 따른 응고 특성을 확인하였다.

Table 2. Changes in texture of alginic acid-added Alaska pollack *Gadus chalcogrammus* surimi mixture by treatment of calcium

Treatments	Hardness	Adhesiveness	springiness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness	Resilience
Control	1078.55±118.78 <sup>c</sup>	-486.65±64.29 <sup>c</sup>	0.92±0.08 <sup>ab</sup>	0.74±0.03 <sup>a</sup>	793.67±62.28 <sup>c</sup>	729.21±105.62 <sup>c</sup>	0.29±0.02 <sup>a</sup>
CaCO <sub>3</sub> (1 M)	1320.47±102.92 <sup>b</sup>	-520.18±39.91 <sup>c</sup>	0.95±0.01 <sup>a</sup>	0.71±0.02 <sup>a</sup>	937.99±83.44 <sup>b</sup>	888.09±85.95 <sup>b</sup>	0.27±0.01 <sup>a</sup>
CaCl <sub>2</sub> (1 M)	2633.78±121.34 <sup>a</sup>	-125.54±89.61 <sup>a</sup>	0.85±0.04 <sup>b</sup>	0.70±0.07 <sup>a</sup>	1842.22±174.51 <sup>a</sup>	1562.76±173.58 <sup>a</sup>	0.29±0.03 <sup>a</sup>
CaSO <sub>4</sub> (1 M)	1105.39±49.31 <sup>c</sup>	-351.19±49.31 <sup>b</sup>	0.9±0.08 <sup>ab</sup>	0.68±0.03 <sup>a</sup>	753.83±49.54 <sup>c</sup>	676.36±51.09 <sup>c</sup>	0.28±0.03 <sup>a</sup>
C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>6</sub> Ca·5H <sub>2</sub> O (0.1 M)	1236.09±79.66 <sup>b</sup>	-370.58±140.68 <sup>b</sup>	0.94±0.01 <sup>a</sup>	0.68±0.07 <sup>a</sup>	836.47±83.81 <sup>bc</sup>	783.99±82.29 <sup>bc</sup>	0.27±0.03 <sup>a</sup>

Means in the same row (a-c) bearing different superscript in sample are significantly different ( $P < 0.05$ ).

그 결과(Table 2), 경도의 경우 1 M 탄산칼슘, 1 M 염화칼슘 및 0.1 M 젖산칼슘 처리 시 대조구(1078.55)와 비교하여 유의한 증가를 보였으며, 특히 1 M 염화칼슘을 처리하였을 때 그 값이 2633.78로 가장 높게 나타났다. 하지만 1 M 황산칼슘을 처리한 경우(1105.39)에는 대조구와 비교하여 유의적인( $P<0.05$ ) 차이를 확인할 수 없었다.

점착성의 경우도 경도와 마찬가지로 1 M 염화칼슘을 처리하였을 때 -125.54로 가장 높게 나타났으며, 1 M 황산칼슘(-351.19)과 0.1 M 젖산칼슘(-370.58) 처리 시 대조구(-486.65)와 비교하여 유의한 증가를 보였다. 그러나 1 M 탄산칼슘을 처리한 경우(-520.18)에는 대조구와 유의적인 차이를 확인할 수 없었다.

검성과 씹힘성의 경우, 1 M 염화칼슘을 처리하였을 때 각각 1842.22과 1562.76으로 대조구와 비교하여 유의적으로 가장 높은 값을 보였으며, 1 M 황산칼슘을 처리한 경우에는 유의적인 차이가 없는 것으로 확인되었다.

응집성과 복원성의 경우에는 전반적으로 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났으며, 탄력성의 경우, 1 M 탄산칼슘을 처리하였을 때 0.95로 가장 높은 값을 나타냈지만, 대조구와 비교 시 유의적인 차이가 없는 것으로 확인되었다.

이는 알긴산염 수용액 중 2가 양이온인 칼슘이온에 의하여 알긴산의 금속염이 겔상으로 석출되고, 또한 금속이온과 COOH기 간의 가교결합이 망목구조를 이루어 대부분의 물성 항목 값이 증가했을 것으로 사료된다(Lee, 2008). 또한 Hah et al. (2007)의 연구에서 염은 가열 중 myosin의 망상구조에 기여함으로써 겔 형성에 중요한 역할을 하기 때문에 수리미의 가열 중 겔 형성을 위해서 염은 필수적이며 염의 농도가 1 M까지는 겔 강도가 증가하지만 그 이상의 농도에서는 감소한다고 보고 하였다.

본 연구에서는 탄력성과 응집성 및 복원성에 있어서는 대조구와 비교 시 종류별 칼슘용액의 첨가 따른 유의적인 차이를 확인할 수 없었다. 하지만 경도, 점착성, 검성 및 씹힘성에 있어서는 1 M 염화칼슘 처리 시 각 항목에 있어 대조구에 비해 유의적으로 증가하여 가장 높은 값을 나타냈으며 그 다음이 탄산칼슘, 젖산칼슘의 순서로 높은 물성을 나타냈다.

## 관능 평가

각 종류별 칼슘 용액에 침지 한 수리미의 기호도를 분석해 본 결과는 Fig. 2와 같다. 색, 냄새, 비린내, 맛, 이미, 질감, 탄력성 및 종합적인 기호도에서 종류별 칼슘용액에 침지 한 처리구는 대조구와 유의적인( $P<0.05$ ) 차이를 보이지 않아 칼슘용액 침지에 따른 변화는 확인할 수 없었다.

경도의 경우, 1 M 염화칼슘 처리구(5.00)가 대조구(2.83) 및 다른 칼슘용액 처리구에 비해 유의적으로 가장 높은 값을 나타냈으며, 이는 물성 측정 결과(Table 2)와 유사하게 나타났다. 하지만 1 M 염화칼슘 처리구는 맛 평가에서 쓴맛이 남아 식용으

로는 적합하지 않았다. 반면 종합적 기호도에서 1 M 탄산칼슘을 처리한 시료군이 다른 칼슘 용액 처리군보다 높은 값(4.00)을 나타냈다. 따라서 경도에 있어서 1 M 탄산칼슘 처리구(3.17)가 1 M 염화칼슘 처리구(5.00)보다 낮았으나 맛과 종합적인 기호도에서 높게 나타나 알긴산을 첨가한 수리미의 응고에 가장 적합하다고 판단되었다.

## 사 사

이 논문은 2020년 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구입니다(과제명; 미래수산식품 연구센터).

## References

- Ahn BS, Kim BG, Jeon EB, Lee IS and Oh KS. 2019. Quality characteristics by grade of commercial frozen Surimi. Korean J Fish Aquat Sci 52, 555-561. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2019.0555>.
- Back SY, Kim HK, Jung SK and Do JR. 2014. Effects of alginate oligosaccharide on lipid metabolism in mice fed a high cholesterol diet. J Korean Soc Food Sci Nutr 43, 491-497. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2014.43.4.491>.
- Choi JD and Choi YJ. 2003. Optimum formulation of starch and non-muscle protein for alkali surimi gel from jack mackerel. J Korean Soc Food Sci Nutr 32, 1032-1038. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2003.32.7.1032>.
- Choi YJ, Park JD, Kim JS, Cho YJ and Park JW. 2002. Rheological properties of heat-induced gels of surimi from acid and alkali process. Korean J Fish Aquat Sci 35, 309-314. <https://doi.org/10.5657/kfas.2002.35.4.309>.
- Chun KH and Yoon WB. 2011. Application of linear programming for the optimization of surimi blending in terms of cost and texture properties. Food Indust Nutr 16, 12-16.
- Dziezak JD. 1991. A focus on gums. Food Technol 45, 116-132.
- Hah KH, Jin SK, Kim IS, Ko BS, Yang MR and Choi YJ. 2007. Physico-chemical and sensory characteristics of chicken breast surimi with washing and the addition of sodium chloride. Korean J Food Sci Ani Resour 27, 142-149. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2007.27.2.142>.
- Heu MS, Park CH, Kim JG, Kim HJ, Yoon MS, Park KH 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>.
- Jang DS, Lee HS and Oh JC. 2020. Design of IoT system for 3D printer multi-management. KIECS 15, 759-764. <https://doi.org/10.13067/JKIECS.2020.15.4.759>.
- Jeong EJ, Jin KN, Choi H, Jeong Y and Kim YS. 2020. A Survey on the application of preservatives to processed food types.

- J Food Hyg Saf 35, 261-270. <https://doi.org/10.13103/JFHS.2020.35.3.261>.
- Jeung JH, Jeung 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.
- Jin SK, Kim IS, Choi YJ, Yang HS and Park GB. 2007a. Effect of Cryoprotectants on the quality characteristics of chicken breast surimi manufactured by pH adjustment during Freezing Storage. Korean J Food Sci Ani Resour 27, 320-328. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2007.27.3.320>.
- Jin SK, Kim IS, Chung HJ, Cho JH, Choi YJ and Lee JR. 2007b. Effects of pH adjustment and sodium chloride addition on quality characteristics of surimi using pork leg. Korean J Food Sci Ani Resour 27, 35-41. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2007.27.1.35>.
- Jin SK, Kim IS, Kim DH, Jeong KJ and Choi YJ. 2006. Comparison of yield, physico-chemical and sensory characteristics for chicken surimi manufactured by alkaline adjustment with different raw materials. Korean J Food Sci Ani Resour 26, 431-440.
- Jin SK, Kim IS, Kim SJ, Jeong KJ, LEE JR and Choi YJ. 2007c. Effect of cryoprotectants on the physico-chemical characteristics of chicken breast surimi manufactured by pH adjustment during freezing storage. Korean J Food Sci Ani Resour 27, 267-276. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2007.27.3.267>.
- Jin SK, Kim IS, Park KH, Ha JH, Kang SM, Kim IJ, Choi YJ, Kim JS and Lee JR. 2005. Effect of washing times on quality characteristics of chicken surimi. Food Sci Anim Resour 25, 265-270.
- Jin SK, Kim IS, Yang HS, Choi YJ and Kim BG 2007d. Quality characteristics of surimi manufactured by Alaska pollock, barren hen breast meat and mechanically deboned chicken meat. J Anim Sci Technol 49, 395-404. <https://doi.org/10.5187/jast.2007.49.3.395>.
- Kang GH, Han CY, Joo ST, Kim BC and Park GB. 2006. Effect of addition levels of sodium chloride on gel properties of surimi-like pork. Food Sci Anim Resour 26, 20-27.
- Katzbauer B. 1998. Properties and applications of xanthan gum. Polym Degrad Stabil 59, 81-84.
- Kim J and You SS. 2017. Development of a commercial process for micro-encapsulation of lactic acid bacteria using sodium alginate. Korean Chem Eng Res 55, 313-321. <https://doi.org/10.9713/kcer.2017.55.3.313>.
- Kim JK, Kim JS, OG KS and Choi JD. 2011. Fisheries production engineering. In: Sea food processing engineer. Hyoil, tongyeong, Korea, 127-195.
- Kim KH, Choi HY, Chun SS, and Bae IH. 2012. Quality properties of gouda cheese added with fish surimi. J Anim Sci Technol 54, 23-28. <https://doi.org/10.5187/jast.2012.54.1.23>.
- Kim MJ, Kim MK, and You YS. 2020. Food 3D printing technology and food materials of 3D printing. Clean Technol 26, 109-115. <https://doi.org/10.7464/ksct.2020.26.2.109>.
- Ko SC, Kang SM, Ahn GN, Yang HP, Kim KN and Jeon YJ. 2010. Antioxidant activity of enzymatic extracts from *Sargassum coreanum*. J Korean Soc Food Sci Nutr 39, 494-499. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2010.39.4.494>.
- Lee HG. 2017. 3D printing technology and future food industry. Food Preser Process Indust 16, 24-28.
- Lee JS. 2008. Alginic acid. In: Chemistry and utilization of algae. Hyoil, Tongyeong, Korea, 212-218.
- Lee YS and Yoo BS. 2000. Effect of compression test conditions on texture profile analysts of surimi-based products. Korean J Food Sci Technol 32, 225-230.
- Park IB, Lee TH, Lee SY, Chung DO, Park YK, Kim JM, Jung ST and Kang SG. 2005. Development of alginate-coated rice and its quality. Korean J Food Preserv 12, 546-551.
- Park JD, Jung CH, Kim JS, Cho DM, Cho MS and Choi YJ. 2003a. Surimi processing using acid alkali solubilization of fish muscle protein. J Korean Soc Food Sci Nutr 32, 400-405.
- Park JD, Kim JS, Cho YJ, Choi JD and Choi YJ. 2003b. Optimum formulation of starch and non-muscle protein for alkali surimi gel from frozen white croaker. J Korean Soc Food Sci Nutr 32, 1026-1031. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2003.32.7.1026>.
- Park JD, Yoon SS, Jung CH, Cho MS and Choi YJ. 2003c. Effect of sarcoplasmic protein and NaCl on heating gel from fish muscle surimi prepared by acid and alkaline processing. J Korean Soc Food Sci Nutr 32, 567-573. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2003.32.4.567>.
- Ryu KH and Seo JH. 2017. Utilization of 3D CAD and 3D printer and UV curavle resin casting defect. J Kor Converg Soc 8, 169-176. <https://doi.org/10.15207/jkcs.2017.8.3.169>.