

## 솔비톨 첨가에 의한 냉동 해산물의 레토르트 후 품질 향상

조원일 · 송상훈<sup>1,\*</sup>

씨제이제일제당(주) 식품연구소, <sup>1</sup>서울여자대학교 식품공학과

### Quality improvement of retorted frozen seafood by adding sorbitol

Won-Il Cho and Sang-Hoon Song<sup>1,\*</sup>

CJ Foods R&D, CJ Cheiljedang Corporation

<sup>1</sup>Division of Applied Food System, Major of Food Science & Technology, Seoul Women's University

**Abstract** This study was conducted to prevent hardened texture in retorted frozen seafoods such as small octopus, squid, and top shell by adding sorbitol; the strength of mechanical hardness and other qualities were measured. The hardness of the 3 kinds of seafood pretreated with 2-4% (w/w) sorbitol solution decreased by 9-36% compared to the control. The hardness of retorted frozen octopus, squid, and top shell treated with sorbitol solution upon freezing significantly decreased to 1670, 1015, and 521 g/cm<sup>2</sup> compared to levels in untreated food of 1841, 1291, and 815 g/cm<sup>2</sup> ( $p < 0.05$ ), respectively. Yields based on weight in retorted seafood treated with sorbitol were increased by 2-5% compared to untreated samples. Additionally, the overall preference of texture was 0.4 points higher than that of control samples in descriptive sensory evaluation ( $p < 0.05$ ). The tissue softening of pretreated seafood was based on decreased dewatering due to the formation of small ice crystals during freezing as a result of sorbitol treatment.

**Keywords:** retorted seafood, texture hardening, freezing, ice crystal, sorbitol

## 서 론

해산물은 다양한 가공식품 제조에 있어 많이 사용되는 주요한 식품 소재이지만 원료 특성상 품질 저하가 심해 냉동 형태로 저장되어 주로 사용하고 있다. 그러나 해산물은 냉동 시 큰 얼음결정의 생성으로 단백질의 부분적 변성이 일어나 점성 및 보수력이 저하되는 냉동변성 현상이 발생하여 품질 손상이 발생한다. 또한 냉동 해산물을 해동할 때 얼음결정이 차지하고 있던 공간에 미세 구멍이 생기는 해산물 육질의 스펀지화 현상도 발생한다(1-3).

냉동 해산물에서 개선이 필요한 냉동변성 현상은 단계적 반응에 의해 일어나는데, 1차적으로 냉동 시 생성되는 얼음결정 때문에 단백질 분자의 공간적 구조가 풀리거나 한쪽으로 몰리는 응집현상이 일어나고 이어 2차적으로 해동시 발생하는 물이 본래 대로 단백질과 결합하지 않게 되어 단백질의 결합수가 불가역적으로 얼음 결정으로 분리되기 때문에 발생한다. 즉 냉동전의 단백질은 결합수를 가지고 있지만 해동할 때 생성되는 물은 단백질과 재결합하지 않게 되므로 이 과정에서 탈수현상과 스펀지화 현상이 일어나고 조직이 손상되게 된다(1-3).

이러한 냉동 해산물의 냉동변성을 최소화하기 위한 일반적인 억제 방법은 냉동속도 조절로서 완만하게 냉동이 되면 큰 얼음

결정이 생성되기 때문에 조직 손상이 심해지므로 급속 냉동을 적용한다. 급속 냉동을 하게 되면 미세한 얼음결정이 근섬유 세포 내에 균일하게 분포하고 이로 인해 미냉동수 중의 염 농축이 적게 일어나 조직 내 단백질 변성이 적게 발생하게 된다(1,2,4). 그 외 냉동 시 수분함량을 80% 이하로 낮추거나 공기를 제거한 후 냉동하는 방법 등이 있으나 단백질 변성 억제 효과는 낮은 편이다(1,3,4).

냉동 공정에 있어 얼음결정 억제 기술은 냉동 식품의 품질과 밀접한 관련이 있는 핵심기술이라는 인식이 최근 다시 대두되어 얼음결정 억제 물질을 이용한 품질향상에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 관련 연구로 얼음결정 억제 소재로 부동 단백질과 냉동 보호 단백질을 활용하여 식품의 냉동 저장 시 품질 유지 특성에 관한 연구 사례가 있다(1-3). 연구 결과 부동 단백질은 -20°C 이상의 냉동 보관 시에 일어나는 재결정화 억제와 해동 후 드립을 감소시키는 기능을 가지는 것으로 밝혀졌으며, 시금치 등에 존재하는 냉동 보호 단백질은 냉동변성에 대해 단백질을 보호하는 기능을 가지는 것으로 나타났다(1-3,5). 부동 단백질, 냉동 보호 단백질을 이용하여 얼음결정의 형태, 얼음결정의 성장, 냉동 온도 등을 억제할 수 있지만 부동 단백질 등이 식물, 곤충의 유충, 세균 등으로부터 얻어져야 하므로 비용 및 이미지 측면 등에서 가공식품에 상업적으로 적용하기에는 여러 제한이 있다.

이상과 같이 냉동 해산물의 냉동변성에 의한 품질 손상을 최소화하기 위한 몇몇 연구 사례가 있지만 가공식품에 상업적으로 적용할 수 있는 간단하면서도 효과적인 억제 방법에 대한 연구는 많이 진행되지 않았다. 본 연구에서는 이러한 점을 감안하여 레토르트와 같이 고온 가열 살균 제품에 주로 많이 사용되는 해산물 원료 중 냉동변성에 의한 품질열화 현상이 문제시 되고 있는 낙지, 오징어 및 소라를 시료로 하여 보습작용을 하는 당알코

\*Corresponding author: Sang-Hoon Song, Division of Applied Food System, Major of Food Science & Technology, Seoul Women's University, Seoul 01797, Korea  
Tel: 82- 2-970-5633  
Fax: 82-2-970-5977  
E-mail: sshoon@swu.ac.kr  
Received November 2, 2016; revised December 12, 2016;  
accepted December 21, 2016

올류를 사용하여 냉동 해산물의 단백질 변성을 최소화 하는 전처리 방법에 대한 실험과 고찰을 중점 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 실험 재료

본 실험에 사용한 낙지(small octopus), 오징어(squid) 및 소라(top shell)는 서울 시내 수산물 시장에서 껍질, 내장 등과 같은 불가식 부위를 제거한 상태로 구입하여 가로, 세로 2.5 cm 및 높이 1.0 cm 내외로 절단한 다음 5-10°C의 냉장고에 보관하여 맛, 향, 외관 및 텍스처 등의 변화가 없는 신선 상태를 유지하면서 시료로 사용하였다. 그리고 해산물 시료는 예비실험으로 경도(hardness) 측정을 통해 측정값이 유사하게 나오는 부위로 몸통살을 미리 정하여 사용함으로써 분석시 실험 오차를 최소화 하였다.

### 당알코올 전처리

레토르트와 같은 고압 고온 조건에서 가열한 냉동 해산물의 냉동변성에 의한 텍스처 손상을 효과적으로 억제하기 위해 식품첨가물급 당알코올 제제인 솔비톨(sorbitol, ESFOOD Inc., Gunpo, Korea)을 처리 해산물 3종 원료의 중량 대비 67% (w/w)의 정제수에 각각 물 중량 대비 2, 4% (w/w)의 농도로 혼합하여 시료 해산물과 함께 -70°C에서 8시간 급속 냉동시킨 후 -20°C에 저장시켰다. 여기서 67% (w/w) 정제수의 의미는 해산물이 충분히 잠길 수 있는 정제수의 중량으로 해산물 중량의 2/3 수준을 말한다. 냉동 저장된 시료를 해동 후 정제수로 세척한 다음 95°C의 온도로 유지시킨 반 밀폐성 항온수조(VS-1991W PID controller, Vision Science, Daejeon, Korea)에서 2분간 데치기 하였으며, 시료 표면 및 내부로 고온 열전달이 일어날 수 있도록 교반기를 이용하여 온수 및 시료를 교반, 순환시켰다. 해산물을 원료로 하여 가공식품 제조시 품질 저해 효소 불활성화 및 비린내 사전 제거 등을 위해 데치기를 실시하므로 본 연구에서도 향후 상업화 공정 적용을 감안하여 데치기를 실시하였다. 레토르트 후 기계적 텍스처 분석과 관능 평가를 통해 무처리 대조구 대비 식감 개선 효과를 세부 고찰하였다.

### 당알코올 및 염류 혼합 전처리

레토르트 해산물의 냉동변성에 의한 텍스처 손상을 방지하기 위해 당알코올인 솔비톨(sorbitol, ESFOOD Inc., Gunpo, Korea)에 정제염(salt, Hanju Corp., Ulsan, Korea)을 해산물 원료 중량 대비 0.5%(w/w)를 혼합하여 시너지 효과를 고찰하였다. 솔비톨 및 정제염 용액 혼합 후 냉동, 해동 및 데치기 조건은 솔비톨 단독 처리 시 실험 조건과 동일하게 실시하였다.

### 레토르트 조건

당알코올 및 염류 용액 혼합, 냉동, 해동 및 데치기를 적용한 전처리 낙지, 오징어 및 소라의 레토르트 후 텍스처 개선 효과 고찰을 위해 식품첨가물용 정제염(salt, Hanju Corp.), 설탕(sucrose, CJ Cheiljedang Corp., Seoul, Korea), MSG (Mono-Sodium Glutamate, CJ Cheiljedang Corp.)의 중량비가 3:3:0.3인 조미액이 충전된 레토르트용 알루미늄 재질의 내열성 파우치에 정사각형 슬라이스 형태의 20개의 조각을 넣은 후 밀봉시켜 121.1°C, 2.1 kg/cm<sup>2</sup>의 고온, 고압 조건에서 내열성 흡씨 살균 조건인 121.1°C 도달 후 20분간 가열 살균 하였다. 이때 오징어, 낙지 및 소라 몸통살 내부 중심의 F<sub>0</sub>는 15 내외로 나타났다. 레토르트 시 정제수 대신 조미액을 사용한 목적은 상업화 공정 적용을 위해 최대

한 가공식품과 같은 유사한 환경을 조성하기 위해서였다. 실험에서의 해산물의 고온 가열을 위한 열살균 설비는 F<sub>0</sub>값과 시간별 온도 변화를 알 수 있는 F<sub>0</sub> 계산기와 기록계가 연결되어 있는 반자동식 수증기, 온수 혼합형 파일로트 레토르트(Water Cascading Retort, Stock Pilot-Rotor 900, Hermann Stock Maschinenfabrick, Neumunster, Germany)를 사용하였다(6).

### 경도(hardness) 측정과 해석

전처리 한 해산물의 고온 가열에 의한 텍스처 변화는 물성분석기(Texture Analyzer, TA-XTPLUS, Stable Micro System Co. Ltd., Surrey, England)를 이용한 경도 측정을 통해 세부 고찰하였다. 경도 측정 시 분석 조건은 지름 5 mm의 플런저(plunger)를 이용하여 pre test speed: 2.0 mm/s, test speed: 1.0 mm/s, post test speed: 2.0 mm/s, strain: 20%로 설정하여 strain 설정치 도달 후 측정을 시작하였으며, 각 시료의 측정치는 20회 반복 측정된 것으로 Chauvent 이상치 판정법에 의해 이상치를 제외한 평균값을 측정값으로 하여 실험 데이터의 정확도를 기하였다(7).

### 관능평가

레토르트 해산물 3종에 대한 냉동 시 전처리 적용시 텍스처 개선 효과를 관능 항목 분석을 통해 세부 검증하기 위해 식품 연구개발 업무를 하는 연구원 중 낙지, 오징어, 소라 등의 해물 식감에 대한 분석형 관능평가에 사전 훈련된 패널 20명을 검사원으로 선정하였다. 실험의 취지를 사전 인식 시킨 후 시료 3종의 전만맛, 텍스처, 외관 기호도를 5점 척도 채점법으로 3회 반복 평가하였으며, 각 항목 평가 점수는 통계 처리하여 유의성 검증을 실시하였다( $p < 0.05$ ).

이때 해산물 식감 관능 평가를 위한 텍스처 묘사(texture profile) 사전 훈련은 기계적, 기하학적, 촉각적 특성 용어에 대한 이해와 낙지, 오징어 및 소라의 텍스처 강약 정도를 씹기 전 입안에서의 느낌, 처음 및 계속 씹을 때의 느낌 그리고 다 씹었을 때와 목구멍으로 삼킬 시의 느낌을 각각 및 종합 평가하는 방법을 통해 실시하였다.

가장 중요한 관능적 특성인 텍스처 파악을 위해 씹힘성 및 탄력성으로 구분하여 해산물의 부드러운 정도를 세부 평가하였으며, 척도가 높을수록 특성 강도가 강한 것을 나타낸다. 각 시료의 평가가 끝나면 물로 입안을 헹구게 하고 2분 후 다음 평가를 하여 결과에 대한 정확도를 최대한 높였다.

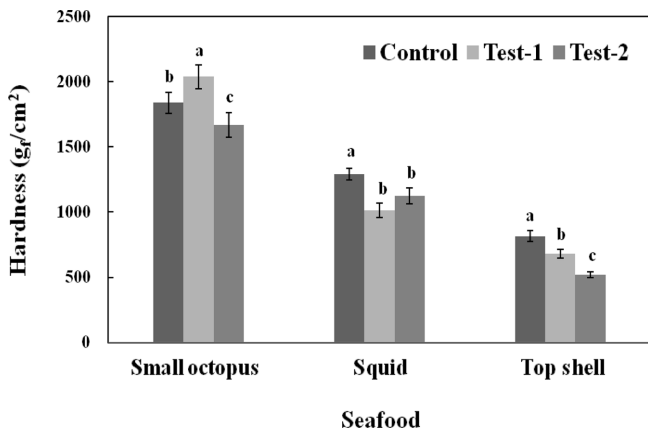
### 통계 분석

모든 실험은 5회 이상 반복 진행하였으며, 실험 결과는 SAS (Statistical Analysis System Ver. 9.0, SAS Institute, Cary, NC, USA)을 사용하여 통계 처리하였다. 두 실험군 간 유의성 검정은 t-test를 실시하여 평균값을 비교하였고, 3개 이상의 실험군 간의 유의성 검정은 일원배치분산분석(ANOVA), Duncan 다중범위검증(multiple range test,  $p < 0.05$ )을 이용하여 비교하였다.

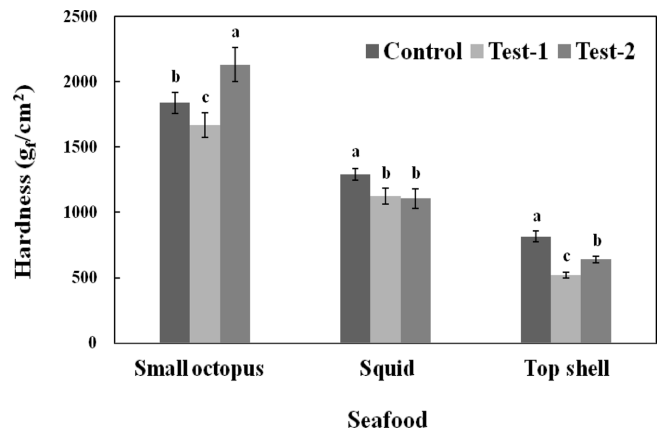
## 결과 및 고찰

### 당알코올의 가열 해산물 텍스처 개선 효과

냉동 시 육, 해물, 야채 등 다양한 식자재의 세포내외에 존재하는 수분의 얼음결정 생성은 그 물리적인 작용에 의하여 세포 구조에 손상을 주거나 탈수 작용을 일으켜, 세포 기능 저해 및 산화 등의 반응이 연속적으로 일어나고 최종적으로 세포 내 대사 관련 효소 등의 변성으로 급격한 품질 손상이 발생한다(4,5,8).



**Fig. 1.** Effect of sorbitol concentrations on hardness of heated frozen seafood by retort at 121.1°C, 2.1 kg/cm<sup>2</sup> for 20 min (Control: no-treatment, Test-1: 2% (w/w) sorbitol, Test-2: 4% (w/w) sorbitol). Values marked above the bar with different letters are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test at  $p < 0.05$ .



**Fig. 2.** Effect of combination with sorbitol and salt on hardness of heated frozen seafood by retort at 121.1°C, 2.1 kg/cm<sup>2</sup> for 20 min (Control: no-treatment, Test-1: 4% (w/w) sorbitol, Test-2: 4% (w/w) sorbitol and 0.5% (w/w) salt). Values marked above the bar with different letters are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test at  $p < 0.05$ .

단백질 계통 해산물 원료를 레토르트와 같은 고온 가열 살균하게 되면 열변성으로 손상된 조직 단백질 내 수분이 급격하게 배출되고 보수력도 저하되어 조직이 응고되고 질겨져 식감이 딱딱해 지며, 상온 및 냉장에서 저장 시 텍스처 경화는 점점 더 심해진다(9,10). 특히 냉동 해산물을 해동 후 고온 가열하면 얼음결정 생성에 의한 냉동변성으로 단백질 조직이 1차 손상을 받은 상태에서 열변성에 의한 조직 내 수분 분리에 의한 텍스처 경화가 2차적으로 발생하기 때문에 신선한 냉장 상태의 해산물 사용 대비 식감 손상이 더 크다고 할 수 있다(11,12).

이런 기작에 의한 냉동 해산물의 냉동변성에 의한 레토르트 후 텍스처 손상을 최소화 하기 위해 당알코올 제제인 솔비톨을 통한 얼음결정 억제에 따른 텍스처 향상 효과를 세부 고찰하였다. 예비 실험 결과 물엿, 설탕도 냉동 시 얼음결정 크기를 작게 하여 냉동변성 개선에 효과가 일부 있었지만 단맛이 강해 설탕 대비 당도가 낮은 당알코올을 사용하였다. 당알코올에는 자일리톨, 아이소말트, 마니톨, 솔비톨 등이 있는데 당도, 맛에 대한 영향, 용해도, 용도 다양성 및 상업적 활용을 위한 원가 등을 종합 검토하여 최종적으로 솔비톨을 얼음결정 억제용으로 선정하였다. 솔비톨은 설탕 대비 당도가 60% 수준으로 수분을 강하게 흡수하는 성질이 있어 습윤조절제 또는 보습제 이외에 식품에서 가소제, 유연제 그리고 광택제로도 사용되고 있다. 솔비톨의 기능 관련 냉동 원료에 첨가하여 레토르트 후 물성 변화에 대한 영향을 고찰한 사례는 없어 본 연구에서 중점 고찰 하였다(1,3,4).

실험 결과 솔비톨 용액을 혼합하고 냉동하면 해산물 세포 조직내 얼음결정이 미세화 되어 단백질 내 조직 손상이 적게 되어 레토르트와 같은 고온 가열 후에도 무처리구 대비 조직 내 수분 분리가 적게 일어나 텍스처 경화가 감소하였다(13-15). 솔비톨 처리 효과의 구체적인 결과를 살펴보면, Fig. 1에서와 같이 낙지와 소라를 4% 솔비톨 용액을 혼합한 다음 냉동, 해동 및 데치기 후 레토르트한 경우 무처리구 1841, 815 g/cm<sup>2</sup> 대비 1670, 521 g/cm<sup>2</sup>로 기계적 경도값이 감소하여 무처리 대조구 대비 각각 9%, 36%의 텍스처 연화가 일어났다. 또한 오징어의 경우 2% 솔비톨 용액 혼합시 무처리구 1291 g/cm<sup>2</sup>에서 처리구 1015 g/cm<sup>2</sup>로 기계적 경도값이 유의차 있게 감소하여 무처리 대조구 대비 21%의 텍스처 연화가 일어났다.

솔비톨에 의한 텍스처 연화 효과가 해산물 종류별로 다른 이유는 몸통살의 조직 구조 및 성분이 일부 차이가 나기 때문으로 여겨진다. 오징어의 경우 몸통 살의 근육 결합 조직은 없고, 대신 가늘고 긴 섬유가 옆으로 길게 병렬되어 있으며 콜라겐 섬유가 붙어 있어 가열을 하면 이 섬유가 가장 먼저 수축하게 된다. 낙지의 경우 오징어와 유사한 구조이지만 표면에 작은 돌기가 나와 있다.

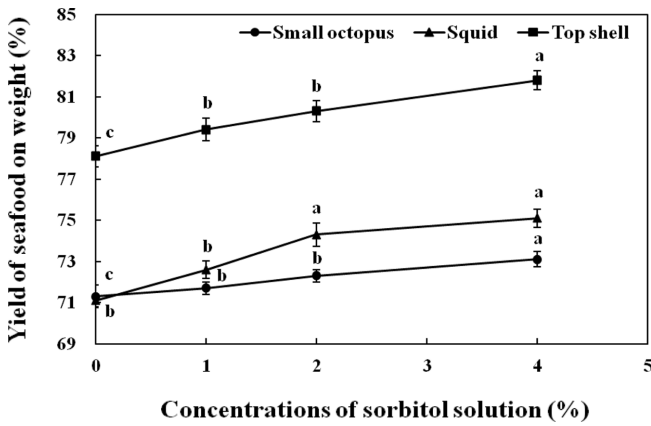
이상의 결과에서 솔비톨 용액이 얼음 생성시 영향을 주어 미세한 얼음결정 형성으로 텍스처 수축을 냉동 및 해동시 최소화 시켜 질긴 조직감이 감소되며, 레토르트 후에도 그 효과가 지속 되는 것으로 나타났다.

당알코올의 텍스처 연화 효과를 상승시키기 위해 얼음결정 형성시 영향을 주고 삼투압 조절을 통해 단백질 내 수분 이동을 억제할 수 있는 소재로 염류를 예비 실험을 통해 선정하여 솔비톨에 혼합하여 실험하였다. 솔비톨과 염류 혼합 처리 효과를 실험한 결과, Fig. 2에서와 같이 4% (w/w) 솔비톨 및 0.5% (w/w) 정제염 혼합 용액을 3종의 해산물에 혼합하여 냉동, 해동 및 데치기 후 레토르트 시 텍스처 연화 효과는 오징어 경우 솔비톨 단독 사용시 대비 차이가 없었으며, 낙지 및 소라 경우 반대로 떨어져 개선 효과를 볼 수 없었다. 염류의 경우 얼음결정 크기를 작게 하는 효과도 있지만 조직 단백질 내 수분 배출을 더 촉진시켜 레토르트 후 텍스처 경화가 증가하는 것으로 나타났다(3,4,15,16).

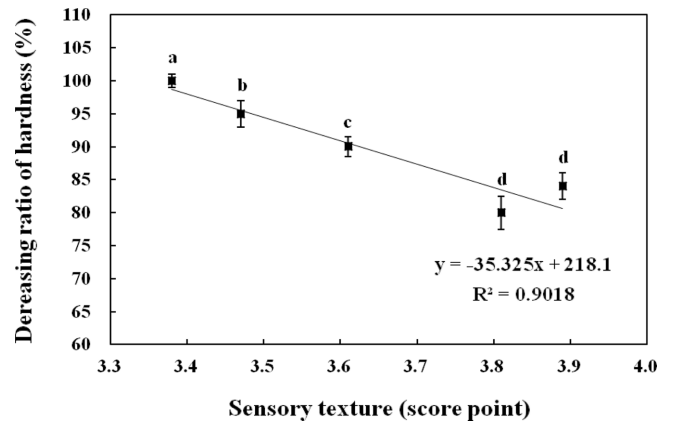
이상의 결과에서 2, 4% (w/w) 솔비톨 용액을 냉동 해산물에 적용시 고온 가열 후에도 급격한 수분 분리에 따른 텍스처 경화 현상을 개선할 수 있어 냉동 해산물을 주 원료로 사용하는 가공 식품의 품질향상에 상업적 전처리 방법으로 적용 가능하였다.

#### 당알코올의 가열 해산물 수율 향상 효과

당알코올의 텍스처 연화 효과가 단백질 내 수분 보유에 의한 것으로 추정되어 보수력(water holding capacity)의 간접 지표인 중량 기준의 수율(yield) 측정을 통해 식감 연화 효과를 세부적으로 고찰하였다(13,14). 솔비톨 처리 시 식감과 수율 변화의 상관 관계 분석 결과인 Fig. 3에서와 같이 솔비톨 용액 농도 증가에 따라 중량 기준의 수율이 비례하여 증가하였으며, 2% (w/



**Fig. 3.** The comparison of yield on various heated frozen seafood by change of concentration of sorbitol solution on retort at 121.1°C, 2.1 kg/cm<sup>2</sup> for 20 min. Vertical bar represents standard deviation. Values marked above the bar with different letters are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test at *p*<0.05.



**Fig. 5.** The correlation relationship between sensory evaluation related to texture and hardness on mechanical measurement of heated frozen seafood by retort at 121.1°C, 2.1 kg/cm<sup>2</sup> for 20 min by pre-treatment of 0-4%(w/w) sorbitol solution. Vertical bar represents standard deviation. Values marked above the bar with different letters are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test at *p*<0.05.

w) 내의 솔비톨 용액 혼합시 오징어살 및 소라살에서 통계적 유의차 있게 수율이 3-5% 수준으로 향상 되었으며(*p*<0.05), 4% (w/w) 솔비톨 용액에서는 낙지살도 통계적으로 유의차 있게 수율이 2% 내외의 향상되었다(*p*<0.05).

수율 향상은 해산물 단백질 조직의 보수력 향상과 관련된 것으로 솔비톨 용액 혼합시 냉동 시 무처리구 대비 작은 얼음결정을 형성시켜 세포 조직의 얼음 결정 생성에 따른 수축 파괴를 최소화하여 세포액과 세포간 사이의 수분 용출을 줄여주어 해동 과정을 거치고 고온 가열 후에도 수율이 향상되는 것으로 나타났다.

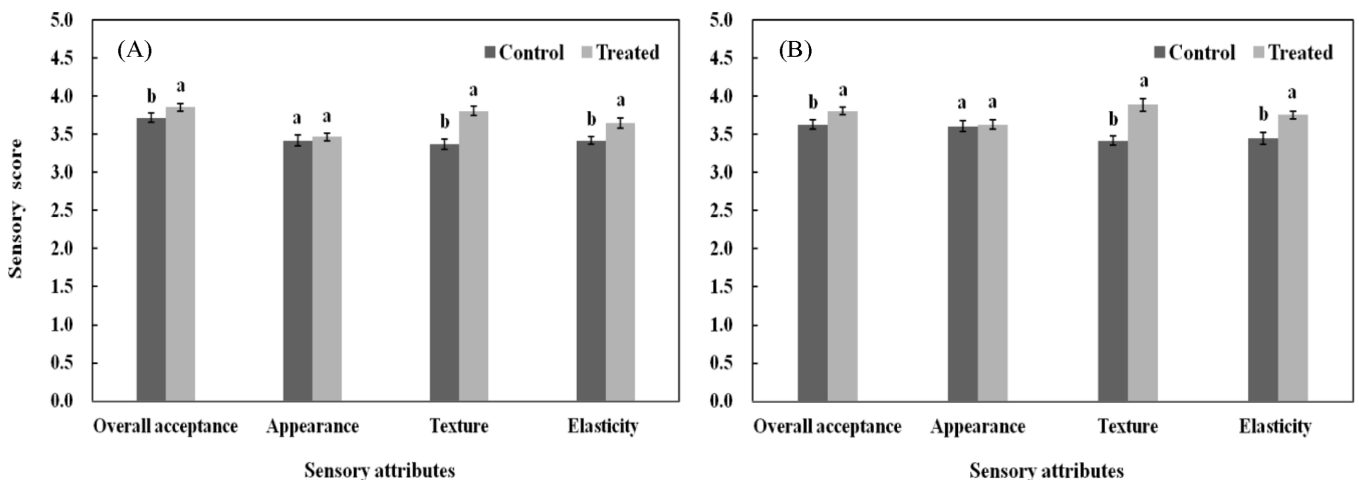
단백 조직 내 수분 용출은 일반적으로 고온 가열에 의한 조직 파괴 또는 pH 저하에 따른 단백질의 등전점(isoelectric point) 발생에 따라 급격히 일어난다. 단백질이나 아미노산과 같은 양성 전해질은 용액의 pH 변화에 의하여 양과 음의 전하량이 똑같아져 전체 전하량이 제로로 되는 현상인 등전점에서는 보수력이 저하되어 수분이 용출되며, 일반적으로 육류 및 해물 단백질의 경

우 pH 5.0-5.4에서 보수력이 최소화 된다(13,14). 레토르트와 같은 고온 가열 시 단백질 조직손상에 의한 등전점 발생을 막기 위해 알칼리 용액을 혼합하게 되면 맛에 영향을 주게 되어 관능품질이 저하되며, 또한 가열온도를 낮추게 되면 미생물 안전성이 떨어져 상온 유통이 어려워지는 단점이 발생한다.

이러한 점을 감안하여 본 연구에서의 솔비톨 용액 사용법은 간단한 전처리 공정을 통해 맛 영향을 최소화하면서 식감과 수율 향상을 도모할 수 있는 효과적인 상업적 방법으로 활용 가능할 것으로 사료된다.

**당알코올의 가열 해산물 관능품질 향상 효과**

솔비톨 용액 혼합의 텍스처 개선 효과를 관능평가와 연계하여 분석한 결과 냉동 오징어살 및 소라살에 적용 시 식감 관련 관능품질이 유의차 있게 향상되는 것으로 나타났다. 낙지살의 경우



**Fig. 4.** The comparisons of sensory evaluation with and without pre-treatment as mixing with sorbitol solution on retort at 121.1°C, 2.1 kg/cm<sup>2</sup> for 20 min in frozen squid (A) (Control: no-treatment, Treated: 2%(w/w) sorbitol solution) and frozen top shell (B) (Control: no-treatment, Treated: 4%(w/w) sorbitol solution). Vertical bar represents standard deviation. Values marked above the bar with different letters are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test at *p*<0.05.

기계적 텍스처 지표인 경도값은 무처리구 대비 유의차 있게 감소되나 관능품질 평가 결과 큰 차이가 나타나지 않았다.

반면 오징어살과 소라살에서는 Fig. 4에서와 같이 5점 척도법 분석형 관능검사 결과 전처리 실험구의 탄력성 및 식감 기호도가 무처리구 대비 통계적 유의 있게 0.2-0.4점 우수한 것으로 나타나( $p < 0.05$ ) 텍스처 기기 측정치와 동일하게 관능치에서도 식감 향상 효과가 검증 되었다.

또한 Fig. 5에서와 같이 기계적 경도값의 감소률과 5점 척도법의 식감 강도 관능검사와의 상관관계가 통계적으로 유의차( $p < 0.05$ ) 있게 직선적으로 나타나 기기 측정치 경도값이 감소 시 관능적으로 실제 텍스처 연화가 발생하는 것으로 예측할 수 있었다.

냉동 오징어 및 소라의 텍스처 저하 현상은 냉동 시 얼음결정에 의한 단백질 조직의 손상에 고온 가열에 따른 단백질 열변성이 더해져 수분 분리가 심해짐에 따라 딱딱한 식감이 발생하며, 이러한 텍스처 경화 현상은 냉장 및 상온 유통시 저장 기간 증가와 비례하여 심해진다(3-6,15,16). 얼음결정 억제 및 보습 효과가 있는 당알코올을 이용한 전처리 방법이 상기와 같은 고온 가열 해산물의 텍스처 저하 현상을 효과적으로 감소시켜 적정한 식감을 유지할 수 있게 하는 상업적 방법임을 본 연구를 통해 확인할 수 있었다. 더욱이 다극성 구조에 의해 단백질 보수력 증가를 가져올 수 있는 알칼리 제제인 복합 인산염을 솔비톨 용액으로 냉동한 해산물의 해동 후 데치기시 첨가함으로써 텍스처 연화를 한층 더 증가시킬 수 있을 것으로 사료된다(13,14).

## 요 약

고온에서 가열 살균한 냉동 해산물의 텍스처 경화 개선 효과를 당알코올을 이용한 얼음결정 억제 측면에서 연구, 고찰하여 상업적으로 적용 가능한 전처리 방법을 확립하였다. 레토르트 낙지, 오징어 및 소라의 텍스처 경화 현상 개선 실험 결과 2, 4% (w/w) 솔비톨 용액을 혼합 후 급속냉동, 해동 후 고온 가열한 경우 무처리구 대비 텍스처의 기계적 측정 지표인 경도값이 9-36% 내외 감소하여 텍스처 연화 효과가 발생하는 것으로 나타났다. 냉동 해산물의 냉동 과정에서 발생하는 얼음결정 형성에 따른 단백질 조직의 수축에 의한 질긴 식감과 세포 조직 손상이 솔비톨 첨가에 따른 미세 얼음결정 형성과 보수력 향상으로 최소화되어 고온 가열 후에도 무처리구 대비 수분 용출이 감소하여 텍스처 연화가 발생함을 알 수 있었다(1,3,13-15). 또한 솔비톨 처리 시 단백질 조직의 보수력 향상으로 중량 변화에 근거한 수율도 2-5% 내외 상승하였다. 오징어살과 소라살에서 5점 척도법 분석형 관능검사 결과 전처리 실험구의 탄력성 및 식감 기호도가 무처리구 대비 통계적 유의성 있게 0.2-0.4점 우수한 것으로 나타나 텍스처 기기 측정치와 동일하게 관능 분석에서도 텍스처 연화에 따른 식감 향상 효과가 검증 되었다. 이상과 같이 레토르트 냉동 해산물 원료의 냉동변성 현상을 억제하기 위하여 솔비톨과 염을 이용하여 급속 냉동시키는 얼음결정 억제 전처리 공정을 적용한 결과 오징어살과 소라살에서 냉동변성 방지 효과가 확인되었으며, 오징어살의 최적 처리조건은 2% (w/w) 솔비톨 용액, 소라살의 최적 처리조건은 4% (w/w) 솔비톨 용액이었다.

## 감사의 글

이 논문은 2016학년도 서울여자대학교 교내 학술 연구비의 지원을 받아 수행되었으며 이에 감사드립니다.

## References

- Li B, Sun DW. Novel methods for rapid freezing and thawing of foods-a review. *J. Food Eng.* 54: 175-182 (2002)
- Obata H. Proceeding of academic plaza 2004. pp. 1-4. In: International Food Machinery & Technology Exhibition. June 8, Tokyo International Exhibition Center, Tokyo, Japan. Food Machinery Manufacturers Association, Tokyo, Japan (2004)
- Jeong JW. Thermal equalized freezing process-a basic research on the destruction of tissues by internal pressure during freezing of foodstuffs. *Bull. Food Technol.* 25: 116-128 (2012)
- Jong SP, Yang SY, Lee NH, Kim DS. Cryo-grinding characteristics of frozen fish meat at different temperature. *J. Korean Fish. Soc.* 29: 578-585 (1996)
- Jung IC. Effect of Freezing Temperature on the quality of beef loin aged after thawing. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 28: 871-875 (1999)
- Yoon MS, Kim HJ, Park KH, Heu MS, Yeum DM, Kim JS. Comparison of food component of oyster drip concentrates steamed under different retort pressures. *Kor. J. Fish Aquat. Sci.* 42: 197-203 (2009)
- Choi DW, Kim JB, Yoo MS, Pyun YR. Kinetics of thermal softening of *Chinese* cabbage tissue. *Korean J. Food Sci. Technol.* 19: 515-519 (1987).
- Park CK, Suh SB. Studies on the prevention against the blackening of ascidian (*Halocynthia roretzi*) during the frozen storage. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 910-915 (1996)
- Yun JU, Oh DH, Kim BG, An BS, Choi JD, Oh KS. Optimum sterilization conditions and quality characteristics of the retort-sterilized crab analog. *Kor. J. Fish Aquat. Sci.* 44: 31-36 (2011)
- HA JH, Song DJ, Kim PH, Heu MS, Cho ML, Sim HD, Kim HS, Kim JS. Changes in food components of top shell, *Omphalius pfeifferi capenteri* by thermal processing at high temperature. *J. Korean Fish Soc.* 35: 166-172 (2002)
- Kim DK, Park IS, Kim NS. Determination of chemical freshness indices for chilled and frozen fish. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30: 993-999 (1998)
- Lee YJ, Lee HO, Kim JY, Kwon KH, Cha HS, Kim BS. Quality characteristics of frozen Doraji (*Platyodon grandiflorum*) according to various blanching treatment conditions. *Korean J. Food Preserv.* 18: 661-668 (2011)
- Jung S, Kim HJ, Lee HJ, Seo DW, Lee JH, Park HB, Jo C, Nam KC. Comparison of pH, water holding capacity and color among meats from Korean native chickens. *Korean J. Poult. Sci.* 42: 101-108 (2015)
- Cheng Q, Sun DW. Factors affecting the water holding capacity of red meat products: A review of recent research advances. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 48: 137-159 (2008)
- Kong JY, Kim JH, Kim MY, Bae SK. Effect of freezing conditions on the formation of ice crystals in food during freezing process. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 21: 213-218 (1992)
- Min SG, Hong GP, Choi MJ. Changes in ice dendrite size during freezing process in gelatin matrix as a model food system. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 28: 312-318 (2008)