



## pH 조절법으로 제조한 닭가슴살 수리미의 저장 중 품질특성에 미치는 냉동변성방지제 첨가 효과

진상근 · 김일석 · 최영준<sup>1</sup> · 양한술<sup>2\*</sup> · 박구부<sup>2</sup>

진주산업대학교 동물소재공학과, <sup>1</sup>경상대학교 해양생물이용학부, <sup>2</sup>경상대학교 축산학전공

### Effect of Cryoprotectants on the Quality Characteristics of Chicken Breast Surimi Manufactured by pH Adjustment during Freezing Storage

Sang-Keun Jin, Il-Suk Kim, Yeung-Joon Choi<sup>1</sup>, Han-Sul Yang<sup>2\*</sup>, and Gu-Boo Park<sup>2</sup>

Department of Animal Resources Technology, Jinju National University, Jinju 660-758, Korea

<sup>1</sup>Division of Marine Bioscience, Gyeongsang National University, Tongyeong 650-160, Korea

<sup>2</sup>Department of Animal Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

#### ABSTRACT

This study was conducted to determine the effect of pH adjustment and the addition of cryoprotectants on the quality characteristics of chicken breast surimi. We prepared surimi from *Alaska pollack*, as a the control, by two time washing times and the addition of cryoprotectants. Different preparations of surimi were manufactured by adjusting to pH 11.0 and the addition of different addition cryoprotectants during frozen storage (T1: 5% sorbitol and 0.3% polyphosphate, T2: 4% sugar, 5% sorbitol and 0.3% polyphosphate, and T3: 2% salt, 4% sugar, 5% sorbitol and 0.3% polyphosphate). The moisture content was significantly lower in the control and T3 samples. The crude protein content was increased with storage times. The crude protein was higher in the control. The water-holding capacity, myofibrillar protein and shear force were significantly higher in T3 than other surimi samples. All gel characteristics were significantly higher in the control and T3 than other surimi samples. pH 11.0 adjusted chicken breast surimi had greater lightness than the control, and T3 samples had the highest lightness and whiteness. Sensory evaluations were significantly higher in the control and T3 than the other samples. The gel, and physical characteristics and sensory evaluation of T3 were similar to the control. T3 samples had superior color and pH than the control *Alaska pollack* surimi.

**Key words :** pH adjustment, cryoprotectants, chicken breast, quality characteristics

#### 서 론

수리미란 일본에서 유래된 용어로 어육을 세절하여 세척을 통한 근원섬유단백질만을 추출 후 단백질 안전성 향상을 위해 냉동변성방지제를 혼합한 것으로 다양한 수산식품을 가공하기 위한 중간 소재로 사용되며(Lee, 1984; Park and Morrissey, 2000), 수분함량, 단백질 함량, 백색도 및 겔 강도 등에 의해 수리미의 품질이 결정된다(NFI, 1991). 근래에는 축육을 이용하여 육단백질을 회수하는데 그 원리를 적용하게 되었으며, 축육 수리미라는 용어로 사

용되고 있다(Knight, 1992). 축육을 이용한 수리미에 대한 연구는 양고기(Antonomanolaki *et al.*, 1999), 돼지고기(Jin *et al.*, 2007), 닭고기(Jin *et al.*, 2007), 동물의 심장(Ha and Woo, 1997) 및 기계발골육(Smyth and ÓNeill, 1997)들을 활용한 것들이 주종을 이루고 있으며, 축육 중 비선호 부위인 닭가슴살은 결체조직이 적고 단백질 수율이 높아 어육 수리미의 대체 원료로서 이용될 수 있다(Jung *et al.*, 2004b).

수리미의 제조를 위해 적육을 냉동저장시 근원섬유단백질을 변성시켜 기능적 특성을 약화시키므로 보수성을 떨어뜨릴 뿐만 아니라 지질산화의 원인으로(Nilsson and Ekstrand, 1995; Richards *et al.*, 1998), 냉동저장 중 수리미 또는 수리미의 원료가 되는 어육 및 축육의 품질은 저장 및 유통 중 조절이 중요시 된다(Jittinandana *et al.*, 2005).

\*Corresponding author : Han-Sul Yang, Department of Animal Science, Gyeongsang National University, Jinju, Gyeongnam 660-701, Korea. Tel: 82-55-757-2519, Fax: 82-55-756-7171, E-mail: hsyang1123@hanmail.net

그러나 이러한 단백질 변성 및 지질산화는 냉동을 통한 얼음결정 형성이 단백질 집합체 내의 세포과피 및 용해질 함량을 증가시킴으로써 발생된다(Franks, 1995; Srinivasan and Xiong, 1996). 일반적으로 수리미 제조 시 널리 사용되는 냉동변성방지제는 저분자량을 가진 당류와 sucrose, sorbitol과 같은 poly올 및 polyphosphate를 걸러낸 어육과 1:1 비율로 사용하거나 단독으로 8%(w/w) 이내로 첨가하고 있다(Auh *et al.*, 1999; Sych *et al.*, 1990a). 몇몇 냉동변성방지제들을 최종 제품의 단맛을 증가시키는 단점을 지니나, 저렴한 비용 뿐만 아니라 근원섬유단백질 변성을 억제 및 백색 겔 제품의 갈변화 경향이 적기 때문에 사용 횟수가 증가되고 있다(MacDonald and Lanier, 1991). 또한 sucrose와 sorbitol은 어육단백질을 안정화시켜 겔 형성 능력(Park *et al.*, 1996), 염용성단백질 함량(Sych *et al.*, 1990a) 및 보수력(Yoon and Lee, 1990) 증가에 효과가 있는 것으로 알려져 있다.

일반적으로 수리미 제조는 수세 용액의 온도 및 pH가 제품에 영향을 미치며(Lee and Han, 1999a), 수세 용매의 종류와 횟수 또한 수리미의 품질에 영향을 미친다고 보고되어졌다(Lee *et al.*, 1999). 기존의 제조법인 수세법과 달리 최근에 새롭게 개발된 산(pH 2.5)과 알칼리(pH 10.5) 용액에서 어육단백질을 용해시켜 회수시킨 pH 조절법은 단백질의 젤화 특성을 검토하여 그 사용법의 경제성이 입증되었으며(Undeland *et al.*, 2002), 가공용 중간원료로 이용 시 경도 및 응집성이 높게 나타나 수리미 원료로서 조직감면에서 더 좋은 결과를 나타낸다(Jin *et al.*, 2007).

따라서 본 연구는 최근에 개발된 많은 장점을 지니고 있는 pH 조절법을 활용하여 닭가슴살을 이용한 수리미 제조 시 냉동변성방지제의 첨가 수준의 차이가 닭가슴살 수리미의 냉동 저장 중 수리미의 품질 특성에 미치는 효과에 대해 알아보하고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료 및 수리미 제조 조건

근막과 과다 지방을 제거 정형한 닭가슴살 5 kg을 chopper[MGB-32, 한국후지, 한국]로 3 mm 초핑한 후 silent cutter(AS-30, Ramon Co., Spain)로 미세하게 4분간 커팅

후 6배 중량의 물을 가하여 homogenizer(T25B, IKA Sdn. Bhd., Malaysia)로 8,000 rpm에서 30초간 균질하였다. 균질액을 표준체 3.5와 18번으로 각각 여과한 후 여과액에 1 N NaOH를 이용하여 선행 연구(Jung *et al.*, 2004b)에 따라 단백질 추출을 위하여 알칼리 조건인 pH 11로 조절한 후 3상 연속원심분리기(J-1250, 한일과학, 한국)로 10,000×g에서 25분간 원심분리하여 최상층과 최하층은 버리고 중간층을 회수하였다. 회수된 시료는 1 N HCl을 이용하여 pH 5로 조절하고 30분간 방치한 후 10,000×g에서 25분간 원심분리하여 하층의 회수된 수리미는 수분을 80%로 조절한 후 수리미 무게에 대해 Table 1과 같은 비율로 냉동변성방지제(소금, 설탕, 솔비톨 및 인산염)를 달리 첨가하여 총 4처리구로 하여 PVDC(Ø 3.0×15 cm)에 충전하고 -40°C/36시간 동결 후 -10°C에서 30일간 냉동저장하면서 90/40분 탕침 가열한 후 이화학적 및 관능적 특성을 분석하였다.

## 조사항목 및 방법

### 1) 일반성분

일반성분은 AOAC(1990) 방법에 따라 수분은 건조법, 조단백질 함량은 Micro kjeldahle 방법, 조지방 함량은 Soxhlet 추출법 및 조회분 함량은 550°C 직접회화법으로 각 시료당 3회 반복 측정하였다.

### 2) pH 및 보수력

pH는 마쇄한 시료 10 g을 증류수 90 mL와 함께 Homogenizer(T25B, IKA Sdn. Bhd., Malaysia)로 13,500 rpm에서 10초간 균질하여 pH-meter(8603, Metrohm, Swiss)로 측정하였으며, 보수력은 마쇄한 시료를 70°C의 항온수조에서 30분간 가열한 다음 냉각하여 1,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 무게를 측정하여 (시료 무게 - 유리수분 무게)/시료 무게×100의 식으로 계산하였다.

### 3) 콜라겐 및 염용성단백질 함량

콜라겐 함량은 Woessner(1961)의 방법에 따라 마쇄시료 5 g에 6 N HCl 50 mL를 가하여 밀봉하고 autoclave(15 lbs, 121°C)에서 12시간 가수분해한 후 0°C로 냉각한 후 황성탄과 Dowex 1×8 resin을 1:2로 혼합한 혼합물 2-3 g이 총

Table 1. Experimental design by different cryoprotectants (%)

Treatments		Salt	Sugar	Sorbitol	Polyphosphate	Total
Alaska pollack surimi by two times washing	C	0	4	5	0.3	9.3
Chicken breast surimi by pH 11 adjustment	T1	0	0	5	0.3	5.3
	T2	0	4	5	0.3	9.3
	T3	2	4	5	0.3	11.3

전된 유리 칼럼(1.0×1.5 cm)을 통과시켜 탈색하여 3G-4 glass filter에 강압 여과한다. 여액을 6 N NaOH를 이용하여 pH 7.0로 중화하고 증류수로 100 mL가 되게 정량한 후 1 mL를 취하고, 증류수를 이용하여 제조한 0.25% CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O, 10% NaOH, 6% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 각각 1 mL 가하여 발색시킨다. 5분 동안 정치한 후, 80°C/5분 shaking 가열한 후 0로 냉각하여 1.5N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 4 mL, 5% *p*-dimethylaminobenzaldehyde 2 mL를 가한 후 70°C/10분 가열하여 575 nm에서 흡광도를 측정하고 검량 곡선에 따라 hydroxyproline 양을 측정 한 후 다음 식으로 콜라겐 함량을 계산하였다.

Collagen(mg/g)

= (Total hydroxyproline양×14.286×회석배수)/시료 무게

염용성단백질 함량은 시료 5 g에 20 mL의 0.05 M sodium phosphate(pH 7.5)를 가하고, homogenizer(T25B, IKA Sdn. Bhd., Malaysia)로 8,000 rpm에서 1분간 균질시켜 3,000×g에서 10분간 원심분리한 후 상층액은 버리고 잔사만 모아서 20 mL의 0.05 M sodium phosphate(pH 7.5)를 가한다. 이 과정을 2회 반복하고 잔사에 0.5 M NaCl을 포함하는 sodium phosphate(pH 7.5)용액 20 mL를 가하여 교반하면서 2시간 동안 염용성단백질을 추출한다. 그리고 원심분리(3,000×g, 20분)하여 상층액을 회수한 후 그 부피를 측정하고 Biuret법(Umemoto, 1966)으로 단백질 농도를 측정 한 후 염용성단백질의 함량은 mg/g 시료로 표시하였다.

#### 4) 전단가

전단가(kg/cm<sup>2</sup>)는 Instron 3343(US/MX50, A&D Co., USA)을 이용하여 수리미를 직경(2×1 cm)으로 자른 후, 비가열 시료를 가로로 놓혀 knife형 plunger로 측정하였다. 이 때 분석 조건은 Load cell: 10 kg 및 Table speed: 200 mm/min였다.

#### 5) 겔 특성 및 Folding test

파괴강도(breaking force, max. weight, g), 변형값(deformation, distance, mm), 겔강도(gel strength, g/cm<sup>2</sup>) 및 젤리강도(파괴강도×변형값, g\*mm)는 Okada(1964)의 방법에 따라 실린더형의 시료(Ø1.8×2.0 cm)를 수직으로 세워 Rheometer(EZ-test, Shimadzu, Japan)에 구형 plunger No. 5(Ø5 mm)를 장착하고 60 mm/min의 속도로 올리면서 측정하였다. Folding test는 Lanier와 Lee(1992)의 방법에 따라 시료를 3 mm 두께로 절단하여 여과지 위에 놓고 여과지와 함께 반으로 접고 두 번째 접을 때는 첫 번째 접을 때의 직각이 되게 접는다. 두 번 접어도 안 찢어지면 5점, 두 번 접으면 찢어지고 한 번 접으면 안 찢어지면 4점, 한 번 접으면 서서히 찢어지면 3점, 한 번 접자마자 찢어지면 2점, 접지 않고 누르기만 해도 찢어지면 1점을

부여하였다.

#### 6) 색, myoglobin (Mb) 및 met-myoglobin (met-Mb) 함량

육색은 Chromameter(CR-400, Minolta Co., Japan)를 사용하여 시료 단면적의 전 부위를 균일하게 9회 반복 측정하였고, 백색도(W)는 L\*·3b\*로 계산하였다. 이때 표준색판은 L\*=89.2, a\*=0.921, b\*=0.783으로 하였다.

Myoglobin 함량 및 met-myoglobin 비율은 Chen(2002)의 방법에 따라 시료 5 g에 10 mL의 0.01 M phosphate (sodium)완충액(pH 6.3)을 가하고 tissue homogenizer로 8,000 rpm에서 20초 동안 마쇄한 후 4°C에서 1시간 stirring 한 후 원심분리(7,000×g, 30분)한다. 잔사에 10 mL의 같은 완충액을 첨가하여 같은 방법으로 myoglobin을 추출하고 상층액을 모두 모아 25 mL로 정용하여 Whatman No. 44와 0.20 um의 membrane filter로 차례로 여과하여 분광광도계(Uvikon 922, Kontron Instruments, Italy)로 525 nm, 572 nm 및 700 nm에서 각각 흡광도를 측정하여 다음 식에 따라 myoglobin의 함량 및 met-myoglobin 비율을 계산하였다.

Mb (mg/g) = (A<sub>525</sub> - A<sub>700</sub>) × 2.303 × dilution factor

met-Mb (%) = 1.395 - [(A<sub>572</sub> - A<sub>700</sub>)/(A<sub>525</sub> - A<sub>700</sub>)] × 100

#### 7) 관능평가

잘 훈령된 관능검사요원 10명을 선발하여 향, 맛, 육색, 다즙성, 연도 및 전체적인 기호도 항목에 대하여 9점 척도법으로 관능검사를 실시하였다. 각 항목별 1점은 매우 나쁘거나 낮음(extremely bad or slight), 9점은 매우 좋거나 강함(extremely good or much)으로 표시하게 하였다.

#### 통계분석

이상의 실험에서 얻어진 결과는 SAS(1999)의 GLM(general linear model) 방법으로 분석하였으며, 처리 평균 간의 비교를 위해 Duncan의 multiple range test가 이용되었고 상관관계 검정을 실시하였다.

## 결과 및 고찰

#### 일반성분

pH 조절법과 냉동변성방지제 첨가에 따른 수리미의 저장 중 일반성분 변화는 Table 2와 같다. 수분함량은 68-80%의 범위를 보이며, 저장기간별 대조구는 저장기간이 증가할수록 그 함량이 증가하나 처리구들은 저장기간이 증가할수록 오히려 감소하였다. 또한 처리구간별 비교 시 T1에서 높은 값을, 대조구에서 낮은 수분함량을 나타내었다( $p < 0.05$ ). 조단백질 함량은 10% 내외에서 20%까지 함

량별 차이를 보이며, 대조구에서 유의적으로 높은 단백질 함량을 보이며, 저장기간에 따라서도 높게 나타났다( $p<0.05$ ). 조지방 함량은 모든 처리구에서 저장기간이 증가할수록 높은 값을 나타내며, T3가 다른 처리구들보다 높은 조지방 함량을 보여준다. 또한 T3에서 높은 조회분 함량을 보였다( $p<0.05$ ). 일반적으로 단백질 함량은 수리미의 겔 특성에 가장 큰 영향을 미치며(Lue *et al.*, 2004), 수분 및 조지방 함량이 적은 것이 가장 좋은 결과이다(Jin *et al.*, 2007). 따라서 Alaska pollack을 원료로 수세한 대조구에서 높은 단백질 함량 및 낮은 수분 함량을 보였다. 또한 닭가슴살 수리미는 냉동변성방지제 중 소금과 설탕을 첨가하지 않은 T1에 비해 동일한 sorbitol과 polyphosphate에 소금과 설탕을 각각 첨가한 T2 및 T3에서 낮은 수분함량과 높은 단백질 함량을 보여 pH법을 활용한 닭가슴살 수리미 제조시 냉동변성방지제의 첨가가 수리미의 품질을 향상시키는 것으로 판단된다.

### 물리적 특성

pH 조절법과 냉동변성방지제 첨가에 따른 수리미의 저장 중 pH 및 보수력의 변화는 Table 3과 같다. pH 측정 결과, 모든 처리구에서 저장기간이 증가할수록 감소하며, 대조구에서 다른 처리구들에 비해 높은 pH 값을 보여준다( $p<0.05$ ). 보수력 측정 결과, T3에서 가장 높은 값을 나타내었다( $p<0.05$ ). Toyoda 등(1992)은 어육 단백질의 기능성 향상을 위해서는 6.5에서 7.0 사이의 pH 값을 만족하여야 하며, 명태연육 수리미 원료에 8% 수준의 sucrose-sorbitol 혼합제제(1:1, w/w)를 0.2% Na-pyrophosphate/Na-triphosphate(1:1)와 병용하였을 때 drip loss가 가장 적게 발생되었다(Ryu *et al.*, 1994). 따라서 모든 처리구들의 동일한 sorbitol 및 phosphate 첨가량에 2% 소금 및 4% 설탕을 가한 T3에서 높은 보수력을 보인 것으로 판단된다.

저장 30일차에 콜라겐, 근원섬유 단백질 함량 및 전단가 측정 결과(Table 4), 모든 처리구 간 콜라겐 함량은 차

**Table 2. Effect of cryoprotectants on proximate compositions (%) of chicken breast surimi manufactured by pH adjustment during freezing storage at  $-10^{\circ}\text{C}$**

Treatments <sup>1)</sup>		C	T1	T2	T3
Items	Storage days				
Moisture	0	68.06±0.08 <sup>Bd</sup>	79.48±0.06 <sup>Ba</sup>	75.14±0.16 <sup>Ab</sup>	71.92±0.11 <sup>Ac</sup>
	15	70.40±0.51 <sup>Ad</sup>	80.79±0.47 <sup>Aa</sup>	73.32±0.50 <sup>Bb</sup>	71.64±0.14 <sup>Bc</sup>
	30	70.26±0.37 <sup>Ac</sup>	76.99±0.44 <sup>Ca</sup>	73.79±0.05 <sup>Bb</sup>	70.78±0.14 <sup>Cc</sup>
Crude protein	0	19.91±0.99 <sup>a</sup>	11.53±0.25 <sup>Bc</sup>	12.18±0.27 <sup>Bc</sup>	16.73±1.34 <sup>ABb</sup>
	15	20.07±0.66 <sup>a</sup>	11.45±0.46 <sup>Bc</sup>	11.83±0.65 <sup>Bc</sup>	17.41±0.34 <sup>Ab</sup>
	30	18.97±0.27 <sup>a</sup>	16.16±0.20 <sup>Ab</sup>	15.47±0.44 <sup>Ac</sup>	15.50±0.32 <sup>Bc</sup>
Crude fat	0	0.41±0.27 <sup>Cb</sup>	0.11±0.11 <sup>Bb</sup>	0.38±0.30 <sup>b</sup>	0.93±0.13 <sup>Ba</sup>
	15	0.93±0.31 <sup>Bab</sup>	0.47±0.17 <sup>Bc</sup>	0.57±0.27 <sup>bc</sup>	1.04±0.08 <sup>Ba</sup>
	30	1.59±0.13 <sup>Ab</sup>	3.57±0.66 <sup>Aa</sup>	1.25±0.63 <sup>b</sup>	2.82±0.86 <sup>Aa</sup>
Crude ash	0	0.68±0.02 <sup>b</sup>	0.66±0.03 <sup>b</sup>	0.70±0.04 <sup>b</sup>	2.39±0.09 <sup>ABa</sup>
	15	0.57±0.14 <sup>b</sup>	0.60±0.05 <sup>b</sup>	0.63±0.06 <sup>b</sup>	2.30±0.04 <sup>Ba</sup>
	30	0.65±0.08 <sup>b</sup>	0.65±0.05 <sup>b</sup>	0.66±0.02 <sup>b</sup>	2.45±0.06 <sup>Aa</sup>

<sup>1)</sup> Treatments are the same as in Table 1.

<sup>A-C</sup> Means±SD with different superscripts in the same column differ significantly at  $p<0.05$ .

<sup>a-d</sup> Means±SD with different superscripts in the same row differ significantly at  $p<0.05$ .

**Table 3. Effect of cryoprotectants on pH and WHC of chicken breast surimi manufactured by pH adjustment during freezing storage at  $-10^{\circ}\text{C}$**

Treatments <sup>1)</sup>		C	T1	T2	T3
Items	Storage days				
pH	0	7.58±0.02 <sup>Aa</sup>	6.86±0.01 <sup>Ab</sup>	6.88±0.01 <sup>Ab</sup>	6.70±0.04 <sup>Ac</sup>
	15	7.17±0.05 <sup>Ca</sup>	6.41±0.04 <sup>Cb</sup>	6.39±0.08 <sup>Cb</sup>	6.37±0.02 <sup>Cb</sup>
	30	7.32±0.07 <sup>Ba</sup>	6.59±0.01 <sup>Bb</sup>	6.66±0.03 <sup>Bb</sup>	6.59±0.03 <sup>Bb</sup>
WHC (%)	0	78.27±0.29 <sup>Bb</sup>	53.22±2.19 <sup>c</sup>	53.42±0.86 <sup>c</sup>	85.54±3.11 <sup>Ba</sup>
	15	77.73±3.01 <sup>Bb</sup>	56.47±2.27 <sup>c</sup>	58.62±1.62 <sup>c</sup>	94.57±4.21 <sup>Aa</sup>
	30	91.76±3.68 <sup>Aa</sup>	55.64±1.98 <sup>b</sup>	54.96±4.48 <sup>b</sup>	85.36±5.38 <sup>Ba</sup>

<sup>1)</sup> Treatments are the same as in Table 1.

<sup>A-C</sup> Means±SD with different superscripts in the same column differ significantly at  $p<0.05$ .

<sup>a-c</sup> Means±SD with different superscripts in the same row differ significantly at  $p<0.05$ .

이를 보이지 않은 반면, 대조구와 T3에서 높은 근원섬유 단백질 함량을 보였으며, T1 및 T2에서 낮은 단백질 함량을 나타내었다( $p<0.05$ ). 또한 전단가는 대조구에 비해 닭 가슴살을 활용한 수리미에서 높게 나타났다. Lue 등(2004)은 단백질 함량은 일반적으로 제조된 crab 수리미의 겔 특성에 가장 큰 영향을 미치며, 콜라겐 및 결합조직 단백질 함량 역시 겔 및 조직감에 중요하게 작용한다. 수리미 원료로 어육을 냉동 저장시 냉동변성방지제를 첨가하지 않을 경우 단백질 용해성이 감소하며(Sych *et al.*, 1990a), 탈라피아 어류(tilapia)를 이용한 수리미 제조시 sodium lactate 및 상업적으로 유통되는 냉동변성방지제를 첨가시 단백질 용해성을 증가시킨다는 보고와 일치하였다(Zhou *et al.*, 2006).

### 겔 특성

pH 조절법과 냉동변성방지제 첨가에 따른 수리미의 저장 중 겔 특성 변화는 Table 5와 같다. 일반적으로 수리

미의 파괴강도는 단백질의 양을 나타내는 지표로서 양이 많을수록 높고, 변형값은 변성되지 않은 단백질의 양을 나타내는 지표로 양이 많을수록 변형값이 높다(Jin *et al.*, 2006). 또한 Park 등(2003b)은 수리미로서의 기능을 발휘하기 위해서는 파괴강도 100 g 및 변형값 4.6 mm 이상이어야 한다고 제안하였다. 냉동변성방지제의 첨가에 따른 단백질 함량과 관계가 있는 파괴강도 및 젤 강도는 처리구별 값의 차이를 보여준다. 파괴강도는 모든 처리구에서 저장기간이 증가할수록 증가하며, *Alaska pollack*을 원료로 활용한 대조구에서 높은 파괴강도를 보였다( $p<0.05$ ). 또한 닭가슴살을 활용한 수리미 중 T3에서 높은 파괴강도 값을 나타내었다. 변형값, 겔강도, 젤리강도 및 접기시험 결과, 대조구와 T4에서 높게 나타난 반면, T1 및 T2에서 낮게 나타났다( $p<0.05$ ). 수리미의 겔 형성은 마이오신과 같은 근원섬유단백질 함량에 따라 좌우되며, 냉동 저장 중 근원섬유단백질의 변성 및 붕괴는 겔 유효물 내 보수력 및 탄력성을 감소시켜 저품질의 겔 망상조직을 형성하게

**Table 4. Effect of cryoprotectants on collagen, myofibrillar protein content and shear force of chicken breast surimi manufactured by pH adjustment during freezing storage at  $-10^{\circ}\text{C}$**

Treatments <sup>1)</sup>	C	T1	T2	T3
Collagen (mg/g)	56.51±1.29	53.17±11.04	59.48±8.11	52.82±10.95
Myofibrillar protein (mg/g)	10.12±0.48 <sup>a</sup>	2.25±0.36 <sup>b</sup>	3.51±0.88 <sup>b</sup>	9.42±0.86 <sup>a</sup>
Shear force (kg/cm <sup>2</sup> )	1.91±0.09 <sup>b</sup>	2.27±0.09 <sup>a</sup>	2.30±0.17 <sup>a</sup>	2.09±0.08 <sup>ab</sup>

<sup>1)</sup> Treatments are the same as in Table 1.

<sup>a-c</sup> Means±SD with different superscripts in the same row differ significantly at  $p<0.05$ .

**Table 5. Effect of cryoprotectants on gel characteristics of chicken breast surimi manufactured by pH adjustment during freezing storage at  $-10^{\circ}\text{C}$**

Treatments <sup>1)</sup>		C		T1		T2		T3	
Items	Storage days								
Breaking force (g)	0	234.00±	1.00 <sup>Ca</sup>	217.67±	2.52 <sup>Bc</sup>	218.33±	1.53 <sup>c</sup>	225.00±	1.00 <sup>Bb</sup>
	15	619.00±	33.06 <sup>Ba</sup>	205.33±	30.55 <sup>Bb</sup>	269.33±	88.34 <sup>b</sup>	579.00±	86.53 <sup>Aa</sup>
	30	755.67±	21.36 <sup>Aa</sup>	393.50±	82.73 <sup>Ac</sup>	295.67±	37.63 <sup>c</sup>	524.00±	79.08 <sup>Ab</sup>
Deformation (mm)	0	5.76±	0.11 <sup>Ca</sup>	4.13±	0.51 <sup>Bc</sup>	4.80±	0.02 <sup>Bb</sup>	4.64±	0.33 <sup>Bbc</sup>
	15	9.55±	0.79 <sup>A</sup>	9.13±	0.81 <sup>A</sup>	9.43±	0.98 <sup>A</sup>	9.82±	0.36 <sup>A</sup>
	30	8.00±	0.63 <sup>Bab</sup>	5.25±	1.06 <sup>Bc</sup>	6.63±	1.27 <sup>Bbc</sup>	9.12±	0.98 <sup>Aa</sup>
Gel strength (g/cm <sup>2</sup> )	0	2906.07±	146.99 <sup>Ba</sup>	889.51±	80.97 <sup>Bc</sup>	814.00±	169.63 <sup>c</sup>	1120.15±	11.43 <sup>Bb</sup>
	15	3152.54±	168.38 <sup>Ba</sup>	1045.75±	155.59 <sup>Bb</sup>	1254.57±	534.19 <sup>b</sup>	2829.99±	529.31 <sup>Aa</sup>
	30	3848.46±	108.92 <sup>Aa</sup>	2004.08±	421.35 <sup>Ac</sup>	1505.82±	191.67 <sup>c</sup>	2668.71±	402.73 <sup>Ab</sup>
Jelly strength (g*mm)	0	5888.98±	167.45 <sup>a</sup>	975.80±	102.32 <sup>Bc</sup>	795.23±	191.45 <sup>Bc</sup>	2209.49±	59.36 <sup>Bb</sup>
	15	5893.07±	230.48 <sup>a</sup>	1872.27±	293.58 <sup>ABb</sup>	2553.93±	967.63 <sup>Ab</sup>	5663.45±	632.50 <sup>Aa</sup>
	30	6038.85±	370.25 <sup>a</sup>	2109.75±	851.71 <sup>Ab</sup>	1992.58±	637.13 <sup>ABb</sup>	4800.18±	1010.09 <sup>Aa</sup>
Folding test <sup>2)</sup>	0	2.00±	0.00 <sup>Ba</sup>	1.00±	0.00 <sup>b</sup>	1.00±	0.00 <sup>b</sup>	2.00±	0.00 <sup>Ca</sup>
	15	2.67±	0.58 <sup>Bb</sup>	1.00±	0.00 <sup>c</sup>	1.33±	0.58 <sup>c</sup>	3.67±	0.58 <sup>Aa</sup>
	30	4.33±	0.58 <sup>Aa</sup>	1.33±	0.58 <sup>c</sup>	1.67±	0.58 <sup>c</sup>	3.00±	0.00 <sup>Bb</sup>

<sup>1)</sup> Treatments are the same as in Table 1.

<sup>2)</sup> 5 (no crack showing after folding twice), 4 (no crack showing after folding in half), 3 (cracks gradually when folded in half), 2 (cracks immediately when folded in half), 1 (breaks by finger pressure).

<sup>A-D</sup> Means±SD with different superscripts in the same column differ significantly at  $p<0.05$ .

<sup>a-b</sup> Means±SD with different superscripts in the same row differ significantly at  $p<0.05$ .

된다(Benjakul *et al.*, 2003). 또한 냉동저장 중 ascorbate (Lee and Lanier, 1995) 및 tripolyphosphate(Srinivasan and Xiong, 1996) 첨가가 수리미 겔 형성에 영향을 미치는 것으로 보고하였다. 따라서 염용성단백질 즉, 근원섬유단백질 함량이 높은 대조구 및 T3구에서 높은 겔 특성을 보이며, 동일한 sorbitol과 polyphosphate에 냉동변성방지제인 소금과 설탕의 첨가수준이 증가할수록 수리미 겔 형성 및 특성을 개선시키는 것으로 판단된다. 아울러 본 연구 결과 모든 처리구들이 수리미로서의 조건을 충족시킨다.

**색, myoglobin (Mb) 및 met-myoglobin (met-Mb) 함량**  
pH 조절법과 냉동변성방지제 첨가에 따른 수리미의 저장 중 색, Mb 및 met-Mb 함량 변화는 Table 6과 같다. 일반적으로 수리미의 색은 백색에 가까울수록 품질이 좋은 것으로 평가된다(Jin *et al.*, 2007). 명도 측정 결과, 대조구에 비해 닭가슴살을 활용한 수리미에서 높게 나타났으며, T3에서 저장기간별 가장 높은 값을 나타내었다( $p<0.05$ ). 적색도와 황색도는 대조구에서 가장 낮은 값을 보였으며, 백색도는 T1에서 저장기간별로 가장 낮은 값을 나타낸 반면, T3에서 가장 높은 백색도 값을 나타내었다( $p<0.05$ ). 저장 30일차에 있어 T1 및 T2에서 낮은 Mb 함량을 보였으며, met-Mb 결과 처리구간에 차이가 나타나지 않았다. 수리미는 명도 및 백색도가 높을수록 선호도가 높다(Oehiai

*et al.*, 2001). Reppond와 Babbitt(1997)은 수리미의 명도 값은 원료육의 수분함량에 따라 결정되며, 냉동 상태로 저장된 수리미에 냉동변성방지제의 첨가시 육색에 영향을 미치지 못한다고 보고하였다(Jittinandana *et al.*, 2005). 또한 Ahu 등(1999)은 냉동변성방지제인 sucrose 및 sorbitol 첨가 시 명도 값에 영향을 미치지 않으나 Na-lactate 첨가는 영향을 미치는 것으로 보고하였다. 따라서 대조구에 비해 pH 조절법으로 제조된 닭가슴살 수리미에 동일한 sorbitol과 polyphosphate에 냉동변성방지제인 소금과 설탕을 함량별로 첨가한 T2 및 T3에서 높은 백색도 값을 보여 수리미 제조를 위한 원료육으로서의 활용이 가능하며, 냉동변성방지제의 적절한 첨가 수준은 수리미 품질에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

### 관능평가

pH 조절법과 냉동변성방지제 첨가에 따른 수리미의 저장 중 관능평가 결과는 Table 7과 같다. 색을 포함한 모든 관능평가 항목에서 대조구와 2% 소금 및 4% 설탕을 첨가한 T3에서 T1과 T2에 비해 높은 선호도를 보였다( $p<0.05$ ). 또한 소금과 설탕을 첨가하지 않은 T1에 비해 첨가량이 증가할수록 높게 나타났다( $p<0.05$ ). 따라서 냉동변성방지제의 첨가가 수리미의 관능특성을 개선시킬 수 있을 것으로 판단된다.

**Table 6. Effect of cryoprotectants on color, myoglobin content and met-myoglobin ratio of chicken breast surimi manufactured by pH adjustment during freezing storage at  $-10^{\circ}\text{C}$**

Treatments <sup>1)</sup>		C	T1	T2	T3
Items	Storage days				
L*	0	68.13±0.16 <sup>Bc</sup>	77.86±0.48 <sup>Ab</sup>	77.19±0.30 <sup>Ab</sup>	79.73±0.53 <sup>Aa</sup>
	15	71.06±0.90 <sup>Aab</sup>	69.90±1.49 <sup>Cb</sup>	71.46±2.23 <sup>Bab</sup>	73.07±0.34 <sup>Ca</sup>
	30	69.97±0.44 <sup>Ab</sup>	73.94±0.87 <sup>Ba</sup>	71.34±2.04 <sup>Bb</sup>	75.01±1.07 <sup>Ba</sup>
a*	0	0.08±0.08 <sup>Cd</sup>	4.61±0.11 <sup>Ab</sup>	5.98±0.28 <sup>Aa</sup>	3.23±0.19 <sup>Bc</sup>
	15	0.87±0.17 <sup>Ac</sup>	3.80±0.22 <sup>Bb</sup>	3.73±0.47 <sup>Bb</sup>	5.37±0.31 <sup>Aa</sup>
	30	0.48±0.12 <sup>Bc</sup>	3.21±0.25 <sup>Cb</sup>	3.93±0.30 <sup>Ba</sup>	3.01±0.29 <sup>Bb</sup>
b*	0	4.24±0.14 <sup>Bd</sup>	9.56±0.36 <sup>Aa</sup>	8.17±0.18 <sup>Ab</sup>	7.30±0.09 <sup>Ac</sup>
	15	4.29±0.21 <sup>Bc</sup>	6.64±0.58 <sup>Cb</sup>	7.94±0.10 <sup>Aa</sup>	3.68±0.30 <sup>Cc</sup>
	30	4.96±0.31 <sup>Ac</sup>	8.47±0.16 <sup>Ba</sup>	6.14±0.41 <sup>Bb</sup>	4.84±0.33 <sup>Bc</sup>
W	0	55.40±0.54 <sup>Bb</sup>	49.17±0.69 <sup>d</sup>	52.68±0.61 <sup>Ac</sup>	57.83±0.67 <sup>Ca</sup>
	15	58.18±1.02 <sup>Ab</sup>	49.98±0.38 <sup>c</sup>	47.65±1.95 <sup>Bd</sup>	62.02±0.95 <sup>Aa</sup>
	30	55.10±1.37 <sup>Bb</sup>	48.53±1.17 <sup>c</sup>	52.93±1.35 <sup>Ab</sup>	60.50±0.54 <sup>Ba</sup>
Mb (mg/g)	0	0.11±0.02 <sup>Bab</sup>	0.07±0.03 <sup>b</sup>	0.15±0.02 <sup>Ab</sup>	0.16±0.08 <sup>a</sup>
	30	0.18±0.03 <sup>Aa</sup>	0.09±0.03 <sup>b</sup>	0.04±0.02 <sup>Bb</sup>	0.15±0.03 <sup>a</sup>
met-Mb (%)	0	19.12±9.62 <sup>Bb</sup>	22.53±6.04 <sup>Bab</sup>	33.80±5.16 <sup>Ba</sup>	25.39±3.98 <sup>Bab</sup>
	30	75.51±6.04 <sup>A</sup>	69.82±7.90 <sup>A</sup>	82.55±26.31 <sup>A</sup>	81.84±3.92 <sup>A</sup>

<sup>1)</sup> Treatments are the same as in Table 1.

L\*(lightness), a\*(redness), b\*(yellowness) and W(whiteness).

<sup>A-D</sup> Means±SD with different superscripts in the same column differ significantly at  $p<0.05$ .

<sup>a-d</sup> Means±SD with different superscripts in the same row differ significantly at  $p<0.05$ .

**Table 7. Effect of cryoprotectants on sensory scores<sup>1)</sup> of chicken breast surimi manufactured by pH adjustment during freezing storage at -10°C**

Treatments <sup>2)</sup>		C	T1	T2	T3
Items	Storage days				
Color	0	5.17±0.75 <sup>Ba</sup>	3.17±0.41 <sup>c</sup>	2.83±0.75 <sup>c</sup>	4.17±0.41 <sup>Bb</sup>
	15	6.33±0.52 <sup>Aa</sup>	3.00±0.89 <sup>c</sup>	3.50±0.55 <sup>c</sup>	5.33±1.03 <sup>Ab</sup>
	30	5.17±0.75 <sup>Ba</sup>	3.00±0.63 <sup>b</sup>	3.50±0.55 <sup>b</sup>	5.33±0.82 <sup>Aa</sup>
Aroma	0	5.00±0.63 <sup>a</sup>	3.00±0.63 <sup>ABb</sup>	3.17±0.41 <sup>b</sup>	4.33±0.52 <sup>Ba</sup>
	15	5.33±0.52 <sup>a</sup>	3.33±0.82 <sup>Ab</sup>	3.33±0.82 <sup>b</sup>	5.17±1.17 <sup>ABa</sup>
	30	4.83±0.41 <sup>b</sup>	2.33±0.52 <sup>Bd</sup>	3.00±0.63 <sup>c</sup>	5.67±0.52 <sup>Aa</sup>
Flavor	0	5.00±0.63 <sup>a</sup>	2.83±0.75 <sup>bc</sup>	2.17±0.41 <sup>Cc</sup>	3.00±0.63 <sup>Cb</sup>
	15	5.00±0.63 <sup>a</sup>	2.83±0.41 <sup>b</sup>	3.00±0.63 <sup>Bb</sup>	4.50±0.55 <sup>Ba</sup>
	30	5.50±0.55 <sup>a</sup>	2.67±0.52 <sup>c</sup>	3.67±0.52 <sup>Ab</sup>	5.83±0.41 <sup>Aa</sup>
Juiciness	0	5.00±0.63	5.00±0.63 <sup>A</sup>	4.33±1.03	5.00±0.63
	15	4.50±0.84 <sup>b</sup>	3.83±0.75 <sup>Bb</sup>	4.00±0.63 <sup>b</sup>	5.67±1.21 <sup>a</sup>
	30	4.83±0.75 <sup>a</sup>	3.83±0.75 <sup>Bab</sup>	4.50±0.55 <sup>b</sup>	5.17±0.75 <sup>a</sup>
Tenderness	0	4.83±0.41 <sup>b</sup>	6.83±0.41 <sup>Aa</sup>	6.83±0.41 <sup>Aa</sup>	6.67±0.52 <sup>a</sup>
	15	5.17±0.75 <sup>ab</sup>	3.50±1.22 <sup>Bc</sup>	4.67±1.21 <sup>Bbc</sup>	6.33±1.03 <sup>a</sup>
	30	5.17±0.75 <sup>ab</sup>	4.33±1.03 <sup>Bb</sup>	5.17±0.98 <sup>Bab</sup>	5.83±0.75 <sup>a</sup>
Overall acceptability	0	5.00±0.40 <sup>a</sup>	4.17±0.15 <sup>Ab</sup>	3.87±0.41 <sup>b</sup>	4.63±0.27 <sup>Ba</sup>
	15	5.27±0.33 <sup>a</sup>	3.03±0.54 <sup>Bc</sup>	3.70±0.41 <sup>b</sup>	5.90±0.75 <sup>Aa</sup>
	30	5.10±0.41 <sup>b</sup>	3.03±0.53 <sup>Bd</sup>	3.97±0.43 <sup>c</sup>	5.87±0.70 <sup>Aa</sup>

<sup>1)</sup> Sensory scores were assessed on 9 point scale base on 1=extremely bad or slight, 9=extremely good or much.

<sup>2)</sup> Treatments are the same as in Table 1.

<sup>A-C</sup> Means±SD with different superscripts in the same row differ significantly at  $p < 0.05$ .

<sup>a-d</sup> Means±SD with different superscripts in the same column differ significantly at  $p < 0.05$ .

## 요 약

pH 조절법을 활용하여 닭가슴살을 이용한 수리미 제조 시 냉동변성방지제의 첨가에 따른 수리미의 냉동 저장 중 품질 특성을 파악하기 위해 C(명태수리미, 2회수세, 4% 설탕, % sorbitol and 0.3% polyphosphate 첨가), T1(닭가슴살수리미, pH 11.0, 5% sorbitol and 0.3% polyphosphate 첨가), T2(닭가슴살수리미, pH 11.0, 4% sugar, 5% sorbitol and 0.3% polyphosphate 첨가) 및 T3(닭가슴살수리미, pH 11.0, 2% salt, 4% sugar, 5% sorbitol and 0.3% polyphosphate 첨가)으로 분류하여 실험한 결과, 대조구에서 높은 조단백질 함량 및 낮은 수분함량을 나타내었다. 또한 닭가슴살을 활용한 수리미는 냉동변성방지제의 첨가 수준이 증가할수록 낮은 수분함량을 나타내었다. 물리적 특성 측정 결과, 대조구에서 높은 pH 값을 보인 반면, T3에서 높은 보수력을 나타내었다. 처리구별 콜라겐 함량은 차이를 보이지 않았으나 대조구와 T3에서 높은 근원섬유단백질 함량을 나타내었다. 전단가는 대조구에 비해 닭가슴살을 활용한 수리미에서 높게 나타났다. 겔 특성 중 파괴강도는 모든 처리구에서 저장기간이 증가할수록 증가하며, 대조구에서 다른 처리구들에 비해 높은 값을 보였다. 또한 닭가슴살을 활용한 수리미는 T3에서 높은 파괴강도 값을 보여준다. 변형값, 겔강도, 젤리강도 및 집기실험 결과, 대

조구와 T4에서 높게 나타난 반면, T1 및 T2에서 낮은 결과를 보였다. 수리미의 표면 색 측정 결과, 대조구에 비해 닭가슴살을 활용한 수리미에서 높은 명도 값을 보이며, T3에서 가장 높게 나타났다. 백색도는 T1에서 가장 낮은 값을 나타낸 반면, T3에서 가장 높게 나타났다. 색을 포함한 모든 관능평가 항목에서 대조구와 T3에서 T1과 T2에 비해 높은 선호도를 보였다. 또한 소금과 설탕을 첨가하지 않은 T1에 비해 첨가량이 증가할수록 높게 나타났다. 따라서 수리미의 품질 특성을 결정하는 물리·화학적 특성을 고려해보면, 대조구에서 높은 조단백질 함량, pH, 겔 특성을 보인 반면, T3에서 높은 보수력, 겔 특성, 명도, 백색도 및 기호도를 보였다. 특히 대조구에 비해 T3에서 높은 명도 및 백색도를 보여 수리미로서의 품질 특성이 뛰어난 것으로 판단된다. 또한 기호도 역시 높게 나타나 닭가슴살을 활용한 수리미 제조가 가능하며, 소금을 포함한 냉동변성방지제를 첨가한 T3가 수리미의 냉동 저장 중 물리·화학적 특성에 미치는 효과를 종합해 볼 때 품질저하 방지에 가장 효과적이었다.

## 감사의 글

이 논문은 농림기술개발사업(과제번호 105128-3) 지원에 의하여 연구된 것으로 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

- Ahn, J. H., Lee, H. G., Kim, J. W., Kim, J. C., Yoon, H. S., and Park, K. H. (1999). Highly concentrated branched oligosaccharides as cryoprotectant for surimi. *J. Food Sci.* **64**, 418-422.
- Antonomanolaki, R. E., Varelziz, K. P., Georgakis, S. A., and Kaldrymidou, E. (1999) Thermal gelation properties of surimi-like material made from sheep meat. *Meat Sci.* **35**, 429-435.
- AOAC (1990) Official methods of analysis, 15th ed, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Benjakul, S., Visessanguan, W., and Tueksuban, J. (2003) Changes in physico-chemical properties and gel forming ability of lizaedfish (*Saurida tumbil*) during post-mortem storage in ice. *Food Chem.* **80**, 535-544.
- Chen, H. H. (2002) Decoloration and gel-forming ability of horse mackerel mince by air-flotation washing. *J. Food Sci.* **67**, 2970-2975.
- Franks, F. (1995) Protein destabilization at low temperature. *Adv. Prot. Chem.* **46**, 105-139.
- Ha, J. U. and D. K. Woo. (1997) Water holding capacity, cooking loss and gel characteristics of pork heart surimi prepared by washing under antioxidative condition. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **17**, 226-231.
- Jin, S. K., Kim I. S., Chung, H. J., Cho, J. H., Choi, Y. J., and Lee, J. R., (2007) Effects of pH adjustments and sodium chloride addition on quality characteristics of surimi using pork leg. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **27**, 35-41.
- Jin, S. K., Kim I. S., Yang, H. S., Park, G. B., Choi, Y. J., Shin, T. S., and Kim, B. G. (2007) Effects of pH adjustment on characteristics of surimi using pork leg and chicken breast. *Korean J. Life Sci.* **17**, 728-734.
- Jittinandana, S., Kenney, P. B., and Slider, S. D. (2005) Cryoprotectants affect physical properties of restructured trout during frozen storage. *J. Food Sci.* **70**, 35-42.
- Jung, C. H., Kim, J. S., Jin, S. K., Kim, I. S., Jung, K. J., and Choi, Y. J. (2004b) Gelation properties and industrial application of functional protein from fish muscle-2. Properties of functional protein gel from fish, chicken breast and pork leg and optimum formulation. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **33**, 1676-1684.
- Knight, M. K. (1992) Red meat and poultry surimi. In: *The Chemistry of Muscle Based Food*. Johnston, D. E., Knight, M. K., and Ledward, D. A. (eds.), The Royal Society of Chemistry, UK, pp. 222.
- Lanier, T. C. and Lee, C. M. (1992) Surimi Technology. Marcel Dekker, Inc., New York, USA, pp. 144.
- Lee, C. M. (1984) Surimi process technology. *Food Tech.* **38**, 69-80.
- Lee, S. K. and Han, J. H. (1999a) Effects of washing temperature and pH on the quality of surimi from mechanically deboned chicken meat. *Korean J. Food Sci.* **19**, 268-277.
- Lee, S. K., Han, J. H., Kang, C. G., Lee, M., and Kim, B. C. (1999) Washing solution and cycle affected quality properties of surimi from mechanically deboned chicken meat. *Korean J. Anim. Sci.* **41**, 687-696.
- Lee, H. G. and Lanier, T. C. (1995) The role of covalent crosslinking in the texturizing of muscle protein sols. *J. Muscle Foods* **6**, 125-138.
- Luo, Y., Kuwahara, R., Kaneniwa, M., Murata, Y., and Yokoyama, M. (2004) Effect of soy protein isolate on gel properties of Alaska Pollack and common carp surimi at different setting conditions. *J. Sci. Food Agri.* **84**, 663-671.
- MacDonald, G. A. and Lanier, T. C. (1991) Carbohydrates as cryoprotectant for meat and surimi. *Food Technol.* **45**, 150-159.
- NFI (1991) A manual of standard methods for measuring and specifying the properties of surimi. Lanier, T. C., Hart, K., Martin, R. E. (eds.), University of North Carolina Sea Grant College Program, Raleigh, NC, USA.
- Nilsson, K. and Ekstrand, B. (1995) Sensory and chemically measured effects of different freeze treatments on the quality of farmed rainbow trout. *J. Food Qual.* **18**, 177-191.
- Oehiai, Y., Ochiai, L., Hashimoto K., and Watabe. S. (2001) Quantitative estimation of dark muscle content in the mackerel meat paste and its productions using antisera against myosin light chains. *J. Food Sci.* **66**, 1301-1305.
- Okada, M. (1964) Effect of washing on the jelly forming ability of fish meat. *Nippon Suisan Gakkaishi.* **30**, 255-261.
- Park, J. D., Kim, J. S., Cho, Y. J., Choi, J. D., and Choi, Y. J. (2003b) Optimum formulation of starch and non-muscle protein for alkali surimi gel from frozen white croaker. *Korean J. Soc. Food Sci. Nutr.* **32**, 1026-1031.
- Park, J. W., Brewer, M. S., McKeith, F. K., Becheter, P. J., and Novakofski, J. (1996) Salt, cryoprotectants and preheating temperature effects on surimi-like material from beef or pork. *J. Fodd Sci.* **61**, 790-795.
- Park, J. W. and Morrissey, M. T. (2000) Manufacturing of surimi from light muscle fish. In: *Surimi and surimi seafood*. Park, J. W. (ed.), New York, Marcel Dekker, pp. 23-58.
- Reppond, K. D. and Rabbitt, J. K. (1997) Gel properties of surimi from various fish species as affected by moisture content. *J. Food Sci.* **62**, 33-36.
- Richards, M. P., Kelleher, S. D., and Hultin, H. O. (1998) Effect of washing with or without antioxidants on quality retention of mackerel fillets during refrigerated and frozen storage. *J. Agric. Food Chem.* **46**, 4363-4371.
- Ryu, H. S., Lee, K. W., and Lee, K. H. (1994) Effects of processing conditions on nutritional qualities of seafood. *Bull. Korean Fish Soc.* **27**, 335-343.
- SAS (1999) SAS/STAT Software for PC. Release 6.11, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Smyth, A. B. and O'Neill, E. (1997) Heat induced gelation properties of surimi from mechanically separated chicken. *J. Food Sci.* **62**, 350-355.
- Srinivasan, S. and Xiong, Y. L. (1996) Gelation of beef heart surimi as affected by antioxidants. *J. Muscle Foods* **8**, 251-263.
- Sych, J., Lacroix, C., Adambounou, L. T., and Castaigne, F. (1990a) Cryoprotective effect of lactitol, palatinit, and polydextrose on cod surimi proteins during frozen storage. *J.*



- Food Sci.* **55**, 356-360.
34. Toyoda, K., Kimura, I., Fujita, T., Noguchi, S. F., and Lee, C. M. (1992) The surimi manufacturing process. Ch. 4 In: Surimi Technology. Lanier, T. C. and Lee, C. M. (eds.), Marcel Dekker, Inc., New York, pp. 79-112.
35. Umemoto S. (1966) A modified methods for estimation of fish muscle protein by Biuret method. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish* **32**, 427-435.
36. Undeland, I., Kelleher, S. D., and Hultin, H. O. (2002) Recovery of functional proteins from herring (*Clupeaharengus*) light muscle by an acid or alkaline solubilization process. *J. Agric. Food Chem.* **50**, 7371-7379.
37. Woessner, J. F. (1961) The determination of hydroxyproline in tissue and protein samples containing small proportions of this imino acid. *Arch. Biochem. Biophys.* **93**, 440-447.
38. Yoon, K. S. and Lee, C. M. (1990) Cryoprotectant effects in surimi and surimi/mince-based extruded proteins. *J. Food Sci.* **55**, 1210-1216.
39. Zhou, A., Benjakul, S., Pan, K., Gong, J., and Liu, X. (2006) Cryoprotective effects of trehalose and sodium lactate on tilapia (*Sarotherodon nilotica*) surimi during frozen storage. *Food Chem.* **96**, 96-103.

---

(2007. 8. 10. 접수/2007. 9. 19. 채택)