

냉동변성 방지제가 pH 조절법으로 제조한 닭가슴살 수리미의 냉동저장 중 이화학적 특성에 미치는 영향

진상근 · 김일석* · 김수정 · 정기종 · 이제룡 · 최영준¹
진주산업대학교 동물소재공학과, ¹경상대학교 해양생물이용학부

Effect of Cryoprotectants on the Physico-chemical Characteristics of Chicken Breast Surimi Manufactured by pH Adjustment during Freezing Storage

Sang-Keun Jin, Il-Suk Kim*, Su-Jung Kim, Ki-Jong Jeong, Jae-Ryong Lee, and Yeung-Joon Choi¹
Department of Animal Resources Technology, Jinju National University, Jinju 660-758, Korea
¹Division of Marine Bioscience, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

ABSTRACT

This study was conducted to determine the effect of cryoprotectants (sugar, sorbitol, polyphosphate) on the physico-chemical characteristics of chicken breast surimi manufactured by pH adjustment (pH 11.0) during freezing storage. The final surimi was divided into experimental units to which the following treatments were randomly assigned: C (*Alaska pollack* surimi: two washings, 4% sugar + 5% sorbitol & 0.3% polyphosphate additive); T1 (chicken breast surimi: pH 11.0 adjusted, 0.3% polyphosphate additive); T2 (chicken breast surimi: pH 11.0 adjusted, 5% sorbitol + 0.3% polyphosphate additive); T3 (chicken breast surimi: pH 11.0 adjusted, 4% sugar + 5% sorbitol + 0.3% polyphosphate additive). The crude protein content of the control was higher than all treated samples, however the moisture, crude fat and crude ash of T3 were higher than the control ($p < 0.05$). The pH, WHC and collagen content of the control were higher than all of the treated samples, and these values decreased with storage time for all treatments and the control ($p < 0.05$). The cholesterol content of the control was lower than all treated samples, but the myofibrillar protein contents of all treated samples were higher than the control ($p < 0.05$). The cooking loss of T2 was lower than the control and the other two treatments ($p < 0.05$). The L^* , a^* and b^* values of all treated samples were higher than those of the control during freezing storage ($p < 0.05$). The W value of T3 at 1.5 and 3 months of freezing storage was higher than the control and T1 ($p < 0.05$). The myoglobin and met-Mb contents of the control were similar to all treated samples, and the met-Mb content of the control and all treated samples increased with storage time ($p < 0.05$). Immediately after freezing, the hardness of the control was higher than all treated samples, however it was lower after 1.5 and 3 months of frozen storage ($p < 0.05$). The cohesiveness and gumminess of the control were higher than all treated samples immediately after freezing, however the values for T3 were higher than those of the control and the other two treatments during frozen storage for 1.5 and 3 months ($p < 0.05$).

Key words : cryoprotectants, physico-chemical characteristics, pH adjustment, chicken breast, surimi

서 론

수리미의 제품은 해마다 증가하고 있으며(Mansfield, 2003), 최근에는 전 세계적인 수산 어획량의 감소에 따라 수리미의 가공 적성을 지닌 축산물로부터 수리미를 제조하는 것에도 관심이 높아지고 있는 추세이다. 축육은 어

육과 같이 높은 염용성 단백질의 함량을 가지는데 특히 닭가슴살은 백색육으로서 단백질의 함량이 높고 생산량이 풍부하여 수리미 제조에 적합한 특성을 가지고 있다. 고기를 이용하여 수리미를 제조하는 데에는 고기와 수세용액의 비율, 수세시간, 수세횟수, 용액의 pH나 온도에 따라 품질이 달라진다(Babbitt and Reppond, 1988; Park *et al.*, 1996).

최근 축육에서 알칼리 공정으로 회수한 단백질 및 수세 방법과 pH 조절에 따른 수리미를 제조한 보고로서 어육, 닭고기 가슴살 및 돼지 후지육을 pH 2.5, 3.5, 10, 10.5 및

*Corresponding author : Il-Suk Kim, Department of Animal Resources Technology, Jinju National University, 660-758, Jinju, Korea. Tel: 82-55-751-3288, Fax: 82-55-751-3280, E-mail: iskim@jinju.ac.kr

11.0 용액에서 회수한 단백질(Jung *et al.*, 2004)의 겔 특성과 조직 최적화, 닭 가슴살을 4회 수세, pH 3.0 및 pH 11.0 용액으로 제조한 수리미(Park *et al.*, 2005) 그리고 닭 가슴살을 pH 2.5, 3.0, 10.5 및 11.0 용액으로 조절하여 수리미의 이화학적 특성을 평가한 결과가 보고되고 있다(Jin *et al.*, 2006).

냉동은 일반적으로 수리미를 보존하기 위해 이용되고, 냉동저장은 수리미의 중요한 장기 저장 방법이다. 그러나 장시간 냉동저장은 수리미 제품의 탄력 조직을 나타내는 단백질 변성 구조와 화학적 특성에 영향을 미친다. 냉동 수리미의 품질을 향상시키기 위해, 또한 냉동 중 단백질 변성을 조절하기 위한 다양한 기술에 대한 전문적인 연구가 수행되어 왔다(Noguchi and Matsumoto, 1970; Park and Lanier, 1987; Suzuki, 1981). 특히 수리미의 단백질 변성을 방지하기 위해 이용되는 물질로는 설탕, 자당, 솔비톨 및 인산염 등은 단백질 변성제에 대한 연구들이다. 설탕은 소금침가에 따른 짠맛을 순화시켜 풍미를 좋게 하기 위함이며, 수분의 건조를 막고 고기를 연하게 하는 효과가 있고, 가열할 때 단백질의 아미노기와 반응하여 갈색 물질을 형성하여 육색의 향상을 가져오며, 염지육의 풍미를 강하게 한다. 솔비톨은 포도당을 환원하여 제조되는 물질로서 D-sorbitol 또는 D-glucitol이라고 불리어지는 6가의 당알콜로서, 인공적으로 합성하는 물질이며 자연 상태로 존재하기도 하는데, 형태는 백색의 작은 알갱이며 가루 또는 결정성 덩어리로 냄새는 없고 단맛이 설탕에 비하여 약하다. 인산염은 일반적으로 보수력 및 결합력 증진, 항산화효과, 조리수율 향상을 위하여 육제품에 주로 0.5% 이내 수준으로 이용된다. 인산염의 효과들은 인산염의 종류나 그 배합에 따라 달라질 수 있다. 수리미 냉동은 자당, 솔비톨 및 인산염 혼합에 의해 상업적으로 수행되어 왔고(Lee, 1984; Sych *et al.*, 1990), 최근에는 자당과의 혼합에서 솔비톨 결정체 형태를 수리미의 산업 제조에 적용해 오고 있다(Lee, 1984; Yoon and Lee, 1990). 또한, 여러 연구는 수리미 품질에 인산염과 같은 효과를 확인하기 위하여 수행되었다(Kawashima *et al.*, 1973; Park and Lanier, 1987; Park *et al.*, 1988).

따라서 본 연구는 최근에 개발되어 많은 장점을 지니고 있는 알칼리 pH 조절법에 의한 닭 가슴살 수리미 제조에 냉동변성을 억제할 수 있는 냉동변성 방지제의 첨가가 수

리미의 이화학적 특성에 미치는 영향을 구명하고자 실시하였다.

재료 및 방법

실험재료 및 수리미 제조 조건

근막과 과다 지방을 제거하고 정형한 폐계 가슴살 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.*, 2004)에 따라 단백질 추출을 위하여 알칼리 조건인 pH 11.0으로 조절한 후 3상 연속원심분리기(J-1250, 한일과학, 한국)로 10,000×g에서 25분간 원심분리하여 최상층과 최저층은 버리고 중간층을 회수하였다. 회수된 시료는 1 N HCl을 이용하여 pH 5.0으로 조절하고 30분간 방치한 후 10,000×g에서 25분간 원심분리하여 하층의 회수된 수리미는 다시 1 N NaOH를 이용하여 중성 조건인 pH 7.0과 수분을 80%로 조절한 후 수리미 무게에 대해 Table 1과 같은 비율로 냉동변성 방지제(설탕, 솔비톨 및 인산염)를 달리 첨가하여 총 4처리구로 하여 PVDC(Ø 3.0×15 cm)에 충전하고 -40°C/36시간 동결 후 -20°C에서 3개월간 냉동저장하면서 90°C/40분 당침 가열한 후 일반성분 및 이화학적 특성을 분석하였다.

조사항목 및 방법

1) 일반성분

일반성분은 AOAC(1990) 방법에 따라 수분은 건조법, 조단백질 함량은 Micro kjeldahl 방법 및 조지방 함량은 Soxhlet 추출법으로 측정하였다.

2) pH

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, Switzerland)로 측정하였다.

Table 1. Experimental design by different cryopectants

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

3) 보수력

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.

4) 가열감량

가열감량은 시료를 2 cm 두께로 일정하게 절단하여 무게를 측정한 다음, 전기오븐 200°C에서 전면 90초 후면 60초 가열하여 식힌 후 시료의 무게를 측정하여 가열 전 무게에 대한 백분율로 계산하였다.

5) 콜라겐 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 활성탄과 Dowex 1×8 resin을 1:2로 혼합한 혼합물 2-3 g 이 충전된 유리 칼럼(1.0×1.5 cm)을 통과시켜 탈색하여 3G-4 glass filter에 강압 여과하였다. 여액을 6 N NaOH를 이용하여 pH 7.0로 중화하고 증류수로 100 mL가 되게 정용한 후 1 mL를 취하고, 증류수를 이용하여 제조한 0.25% CuSO₄·5H₂O, 10% NaOH, 6% H₂O₂ 각각 1 mL 가하여 발색시켰다. 5분 동안 정치한 후, 80/5분 shaking 가열한 후 0로 냉각하여 1.5N H₂SO₄ 4 mL, 5% p-dimethylamino-benzaldehyde 2 mL를 가한 후 70/10분 가열하여 575 nm에서 흡광도를 측정하고 검량 곡선에 따라 hydroxyproline 양을 측정한 후 다음 식으로 콜라겐 함량을 계산하였다.

$$\text{Collagen(mg/g)} = (\text{Total hydroxyproline양} \times 14.286 \times \text{희석배수})/\text{시료 무게}$$

6) 염용성단백질 함량

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 3000×g에서 10분간 원심분리한 후 상층액은 버리고 잔사만 모아서 20 mL의 0.05 M sodium phosphate(pH 7.5)를 가하였다. 이 과정을 2회 반복하고 잔사에 0.5 M NaCl을 포함하는 sodium phosphate(pH 7.5)용액 20 mL를 가하여 교반하면서 2시간 동안 염용성 단백질을 추출하였다. 그

리고 원심분리(3000×g, 20분)하여 상층액을 회수한 후 그 부피를 측정하고 Biuret법(Umemoto, 1966)으로 단백질 농도를 측정한 후 염용성단백질의 함량은 mg/g 시료로 표시하였다.

7) 콜레스테롤 함량

콜레스테롤 함량은 AOAC(1969) 방법에 따라 시료 1 g에 ethanol을 사용하여 추출한 후, 50% KOH용액으로 비누화시킨 후 Toluene을 넣어 재추출한 후, 0.5 M KOH와 증류수를 사용하여 Toluene층을 여러 번 세척한 후, 용액을 감압하여 3 mL DMF(dimehtyl formamide) 시약에 녹여서 기기 분석용 시료로 하였다. 이 때 사용한 GC(HP 6890, Agilent Co., USA) 분석 조건은 Table 2와 같다.

8) 색도

색은 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.

9) Myoglobin 함량 및 met-myoglobin 비율

Myoglobin 함량 및 met-myoglobin 비율은 Chen(2002)의 방법에 따라 시료 5 g에 10 mL의 0.01 M phosphate (sodium)원층액 (pH 6.3)을 가하고 tissue homogenizer(T25 Basic, IKA, Malaysia)로 8000 rpm에서 20초 동안 마쇄한 후 4°C에서 1시간 stirring한 후 원심분리(7000×g, 30 min)한다. 잔사에 10 mL의 같은 원층액을 첨가하여 같은 방법으로 myoglobin을 추출하고 상층액을 모두 모아 25 mL로 정용하여 Whatman No. 44와 0.20 μm의 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.

$$\text{Mb(mg/g)} = (A_{525} - A_{700}) \times 2.303 \times \text{dilution factor}$$

$$\text{met-Mb(\%)} = (1.395 - [(A_{572} - A_{700})/(A_{525} - A_{700})]) \times 100$$

10) 조직감

조직감은 Instron 3343(US/MX50, A&D Co., USA)을 이용하여 가열한 시료를 식힌 후 세로로 세워서 plunger No.

Table 2. Conditions of GC for cholesterol analysis

Items	Conditions
Column	Phenomenex, 30 m, 5% Phenyl Polysiloxane 0.25 mm I.D×0.25 μm film, Cat. No.: ZB-5
Injector temp.	250°C
Detector temp.	300°C
Oven temp.	190°C (2 min hold) → 20°C/min heating, 230°C (3 min hold) → 40°C/min heating, 255°C (25 min hold)

Table 3. Conditions of Instron for texture analysis

Items	Shear force	Texture
Table speed	200 mm/min	200 mm/min
Sample speed	80 m/s	60 m/s
Load cell	10 kg	10 kg
Adapter area	30 mm ²	28 mm ²
Sample size	Ø20×20 mm	Ø20×20 mm

3으로 측정하였고 이 때 분석 조건은 Table 3과 같다.

통계분석

이상의 실험에서 얻어진 결과는 SAS(1999)의 GLM(ge-neral linear model) 방법으로 분석하였으며, 처리 평균 간의 비교를 위해 Duncan의 multiple range test가 이용되었다.

결과 및 고찰

일반성분

냉동변성 방지제가 pH 조절법으로 제조한 닭 가슴살 수리미의 일반성분에 미치는 결과는 Table 4에 나타내었다. 냉동저장 직후와 1.5개월의 수분 함량은 모든 처리구가 대조구에 비해 높았고, 특히 T1 처리구가 대조구에 비해 현저하게 높았다($p<0.05$). 모든 처리구 간에는 유사한 수분 함량을 보였다. 냉동저장 3개월째는 대조구와 처리구 간에 차이를 보이지 않았다. Ryu 등(1994)은 명태 연육 수리미와 냉동변성 방지제 첨가 수리미의 수분 함량은 유사

하였다는 보고는 본 연구 결과와 차이를 보였는데, 이는 수리미 원료인 어육과 계육 차이로 인한 것으로 사료된다. 대조구는 저장기간이 경과함에 따라 수분 함량은 변화가 없었지만, 모든 처리구는 저장기간이 경과함에 따라 수분 함량이 감소하여 냉동저장 직후에 비해 냉동저장 3개월에 현저하게 낮은 수분 함량을 나타내었다($p<0.05$). 냉동저장 직후의 조단백질 함량은 대조구와 처리구 간에 차이가 없었지만, 냉동저장 1.5와 3개월에 대조구가 모든 처리구에 비해 높은 조단백질 함량을 나타내었다($p<0.05$). 모든 처리구는 유사한 조단백질 함량을 나타내었다. Sung 등(2000)은 닭 가슴살의 조단백질 함량은 19.49-23.27%의 범위를 나타내어 본 연구 결과보다 높은 경향을 나타내었다. 이는 본 연구에서는 회수단백질을 추출하여 제조한 수리미에서 조단백질을 측정하였기 때문인 것으로 사료된다. 저장기간이 경과함에 따라 대조구의 조단백질 함량은 변화가 없었지만, 모든 처리구는 저장기간이 경과함에 따라 조단백질 함량은 감소하여 냉동저장 직후에 비해 3개월에 현저하게 낮은 함량을 나타내었다($p<0.05$). 조지방 함량은 대조구가 모든 처리구에 비해 낮았고, 특히 저장 1.5와 3개월에는 현저하게 낮았다($p<0.05$). 이는 수리미 제조 원료인 어육과 계육 차이로 사료된다. 처리구 간에는 T1 처리구가 T2와 T3 처리구에 비해 높은 조지방 함량을 나타내었다($p<0.05$). 본 연구의 pH 조절과 냉동변성 방지제 첨가 수리미의 조지방 함량은 2.13-4.48%를 나타내었고, 이는 계육의 지방 함량은 약 3-4% 이하라는 보고(Lan *et al.*, 1995)와 유사하였다. 저장기간이 경과함에 따라 대조구, T2 및 T3 처리구의 조지방 함량은 변화가 없었지만, T1

Table 4. Effect of cryoprotectants on proximate compositions (%) of chicken breast surimi manufactured by pH adjustment during freezing storage

Items	Month	Treatments ¹⁾			
		C	T1	T2	T3
Moisture	0	73.70±0.41 ^B	83.51±5.70 ^{Aa}	79.42±0.65 ^{ABa}	78.42±1.43 ^{ABa}
	1.5	73.75±0.35 ^C	75.97±3.17 ^{BCab}	79.75±0.68 ^{Aa}	77.87±1.20 ^{ABb}
	3	73.74±0.41	73.28±3.63 ^b	76.97±0.52 ^b	75.40±1.10 ^b
Crude protein	0	16.84±0.40	17.96±1.88 ^a	16.06±0.74 ^a	16.54±0.50 ^a
	1.5	17.08±0.15 ^A	15.59±1.01 ^{Bab}	15.27±0.18 ^{Ba}	16.22±0.20 ^{ABa}
	3	16.70±0.13 ^A	13.97±0.53 ^{Bb}	13.64±0.50 ^{Bb}	13.30±1.90 ^{Bb}
Crude fat	0	2.46±0.30 ^B	4.48±0.48 ^{Aa}	3.24±0.74 ^B	3.17±0.38 ^B
	1.5	2.39±0.31 ^C	4.28±0.61 ^{Aa}	3.46±0.20 ^B	3.16±0.24 ^B
	3	2.13±0.04 ^C	3.32±0.09 ^{Ab}	2.90±0.19 ^B	2.97±0.23 ^B
Crude ash	0	0.62±0.01 ^{Ba}	0.44±0.08 ^C	0.43±0.04 ^{Cb}	1.11±0.09 ^A
	1.5	0.59±0.02 ^{Bb}	0.34±0.10 ^B	0.94±0.23 ^{Aa}	0.95±0.10 ^A
	3	0.50±0.02 ^{Bc}	0.27±0.12 ^B	0.88±0.26 ^{Aa}	0.95±0.06 ^A

¹⁾ Treatments are the same as in Table 1.

^{A-C} Means±SD with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

^{a-b} Means±SD with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

처리구는 저장기간이 경과함에 따라 감소하여 냉동저장 직후에 비해 3개월째에 현저하게 낮은 함량을 나타내었다 ($p<0.05$). 조희분 함량은 T3 처리구가 대조구, T1 및 T2 처리구에 비해 현저하게 높았다($p<0.05$). 저장기간이 경과함에 따라 대조구의 조희분 함량은 현저하게 감소하였지만($p<0.05$), T2 처리구는 냉동저장 직후에 가장 낮은 함량을 나타내었다. 이는 설탕, 솔비톨 및 인산염의 냉동변성 방지제를 첨가함으로써 조희분 함량을 높일 수 있다는 것을 의미한다. Cho 등(2002)은 계육의 조희분 함량은 0.98-1.09%를 범위를 나타내어 본 연구 결과보다 높은 결과를 보였고, 이는 본 연구에서는 단백질을 회수하여 수리미를 제조하였기 때문인 것으로 사료된다. 일반적으로 조단백질 함량이 높으면 지방 함량이 낮다는 Davis 등(1974)의 연구는 본 연구 결과를 뒷받침하고 있다. 대조구의 조단백질 함량이 처리구에 비해 높았지만, 수분, 조지방 및 조희분 함량은 T3 처리구가 높았다.

이화학적 특성

냉동변성 방지제가 pH 조절법으로 제조한 닭가슴살 수리미의 이화학적 특성에 미치는 결과는 Table 5에 나타내었다. 전 전장기간 동안 pH는 대조구가 모든 처리구에 비해 현저하게 높았고($p<0.05$), 처리구 간에는 냉동저장 직

후에는 T2 처리구가, 냉동저장 1.5와 3개월에는 T3 처리구가 T1과 T2 처리구에 비해 높았다. 대조구가 모든 처리구에 비해 pH가 높은 것은 수리미의 제조 원료인 어육과 계육의 차이로 사료된다. 대조구와 처리구 모두 저장기간이 경과함에 따라 pH가 감소하여 냉동저장 직후에 비해 1.5개월에 현저하게 감소하였다($p<0.05$). Lee 등(2001a)은 수리미에 인산염의 첨가는 pH를 높인다고 보고하였으나 본 시험의 pH를 조절한 수리미에서는 설탕, 솔비톨 및 인산염의 냉동변성 방지제를 첨가한 T3 처리구가 냉동저장 1.5와 3개월에 인산염만 첨가한 T1 처리구에 비해 현저하게 높은 pH를 나타내었다. Jung 등(2004)은 육의 종류에 따라 근원섬유단백질이 unfolding되는 pH가 다르다는 보고는 본 연구결과를 뒷받침하고 있고, Lee 등(2001)은 저장기간이 경과함에 따라 수리미의 pH는 감소한다는 보고도 본 연구결과와 일치하였다. 보수성은 전 저장기간 동안 대조구가 모든 처리구에 비해 현저하게 높았고($p<0.05$), 처리구 간에는 T3 처리구가 T1 처리구에 비해 높았다. 보수성도 저장기간이 경과함에 따라 대조구와 처리구 모두 감소하여 냉동저장 직후에 비해 1.5개월에 현저하게 낮은 함량을 나타내었다($p<0.05$). 수리미에서 pH가 높으면 보수력이 높다는 Lee 등(2001a)의 보고와 본 연구결과와 일치하였다. 이로 보아 pH와 보수력은 인산염 단독첨가보다

Table 5. Effect of cryoprotectants on physical characteristics of chicken breast surimi manufactured by pH adjustment during freezing storage

Items	Month	Treatments ¹⁾			
		C	T1	T2	T3
pH	0	7.20±0.03 ^{Aa}	7.11±0.02 ^{Ba}	7.13±0.02 ^{Ba}	6.95±0.02 ^{Ca}
	1.5	6.30±0.10 ^{Ab}	5.40±0.12 ^{Cb}	5.48±0.23 ^{BCb}	5.68±0.01 ^{Bb}
	3	6.21±0.05 ^{Ab}	5.32±0.09 ^{Cb}	5.44±0.17 ^{BCb}	5.59±0.03 ^{Bc}
WHC (%)	0	87.42±0.79 ^{Aa}	78.77±0.70 ^{Ca}	80.63±0.40 ^{Ba}	81.30±0.73 ^{Ba}
	1.5	82.56±0.03 ^{Ab}	62.49±6.27 ^{Cb}	74.14±1.39 ^{Bb}	76.03±2.33 ^{Bb}
	3	81.01±0.98 ^{Ac}	63.74±4.99 ^{Cb}	74.49±2.64 ^{Bb}	76.23±1.76 ^{ABb}
Cooking loss (%)	0	12.40±2.04 ^{BCb}	15.47±1.89 ^{AB}	9.87±1.55 ^C	17.24±1.60 ^{Aab}
	1.5	14.40±2.57 ^{ABb}	17.01±0.86 ^A	11.08±3.26 ^B	18.35±2.13 ^{Aa}
	3	23.33±0.69 ^{Aa}	19.16±7.75 ^{AB}	9.45±2.74 ^C	14.32±0.82 ^{BCb}
Collagen (mg/g)	0	1.82±0.24 ^a	1.56±0.45 ^a	1.50±0.40 ^a	1.53±0.69 ^a
	1.5	0.49±0.09 ^{Ab}	0.27±0.04 ^{Bb}	0.36±0.07 ^{Bb}	0.28±0.02 ^{Bb}
	3	0.45±0.11 ^{Ab}	0.23±0.03 ^{Bb}	0.30±0.05 ^{Bb}	0.23±0.04 ^{Bb}
Myofibrillar protein (mg/g)	0	3.40±0.02 ^B	4.78±0.16 ^{Aa}	4.86±0.07 ^A	4.77±0.05 ^{Aa}
	1.5	3.42±0.01 ^B	4.55±0.34 ^{Aab}	4.41±0.47 ^A	4.43±0.19 ^{Ab}
	3	3.40±0.03 ^B	4.24±0.16 ^{Ab}	4.16±0.41 ^A	4.27±0.17 ^{Ab}
Cholesterol (mg/100 g)	0	30.53±1.17 ^C	46.51±0.72 ^A	42.88±0.02 ^{Ba}	44.25±0.81 ^B
	3	30.66±0.46 ^D	45.73±0.86 ^A	42.01±0.24 ^{Cb}	43.57±0.59 ^B

¹⁾ Treatments are the same as in Table 1.

^{A-C} Means±SD with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

^{a-c} Means±SD with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

는 둘 또는 셋의 냉동변성 방지제를 첨가함으로써 높일 수 있다는 것을 의미한다. Jin 등(2006)도 폐계 가슴살을 이용한 수리미 제조 시 산 처리보다 알칼리 처리한 수리미가 높은 보수력을 보였다는 보고한 바 있다. 저장기간이 경과함에 따라 보수력이 감소하는 것은 육단백질의 냉동변성과 pH 감소 때문인 것으로 사료된다. 가열감량은 T2 처리구가 전 저장기간 동안 대조구, T1 및 T3 처리구에 비해 현저하게 적었다($p < 0.05$). 저장기간이 경과함에 따라 대조구의 가열감량은 증가하여 냉동저장 직후에 비해 저장 3개월에 현저하게 많았고($p < 0.05$), T3 처리구는 냉동저장 1.5개월에 가장 많은 가열감량을 나타내었다. Yoon과 Lee(1990)는 솔비톨 단독 사용한 수리미에서 가열감량이 가장 높았고, 솔비톨과 다른 냉동변성 방지제를 혼합 첨가함으로써 가열감량은 낮았다고 보고한 바 있고, 본 연구에서는 인산염과 솔비톨 냉동변성 방지제를 첨가함으로써 가장 낮은 가열감량을 나타내었다. 근육 내 결합조직에 있는 콜라겐은 고기의 조직을 결정하는 중요한 역할을 한다(Sims and Bailey, 1981). 콜라겐 함량은 냉동저장 직후에 대조구가 1.82 mg/g, 처리구는 1.50-1.56 mg/g으로 유의차가 인정되지 않았으나, 냉동저장 1.5와 3개월에 대조구가 모든 처리구에 비해 현저하게 높은 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 처리구 간에는 유사한 함량을 나타내었다. 대조구와 처리구 간의 콜라겐 함량 차이는 어류와 육류 콜라겐 함량 차이로 사료되고, Chae 등(2002)은 닭가슴살의 콜라겐 함량은 1.54-1.61 mg/g의 분포를 나타내었다는 보고와 일치하였다. 저장기간이 경과함에 따라 콜라겐 함량은 대조구와 처리구 모두 냉동저장 직후에 비해 1.5개월에 현저하게 감소하였다($p < 0.05$). 염용성단백질 함량은 모든 처리구가 대조구에 비해 현저하게 높았고($p < 0.05$), 처리구 간에는 유의차가 인정되지 않았다. 저장기간이 경과함에 따라 염용성단백질은 대조구와 T2 처리구는 변화가 없었지만, T1과 T3 처리구는 냉동저장 직후에 비해 3개월에 현저하게 낮았다($p < 0.05$). Ryu 등(1994)은 8% 수준에서 냉동변성 방지제의 첨가는 높은 단백질 함량이 있었다는 보고와 Park 등(2005)은 수세에 의한 방법보다 산 및 알칼리 처리에 의해 회수된 회수율이 높았다는 보고와 일치하였다. 또한 Park 등(1988)은 대조구와 냉동변성제 첨가 수리미 모두 저장기간이 경과함에 따라 염용성단백질 함량은 감소한다는 보고와도 일치하였다. 콜레스테롤 함량은 냉동저장 직후와 3개월에 대조구는 각각 30.53, 30.66 mg/100 g, 모든 처리구는 42.88-46.51 mg/100g, 42.01-45.73 mg/100g으로 대조구가 모든 처리구에 비해 현저하게 낮았다($p < 0.05$). 처리구 간에는 T2 처리구가 T1과 T3 처리구에 비해 낮은 함량을 보였다. Sung 등(2000)은 닭가슴살의 콜레스테롤 함량은 0.41-0.87 mg/g의 범위를 나타내었다고 보고하여 본 연구 결과를 뒷받침하고 있다. 저장기간이 경과함에 따라 대조구와 모든 처리구의 콜레

스테롤 함량은 뚜렷한 변화가 없었다. 대조구가 모든 처리구에 비해 pH, 보수성 및 콜라겐 함량은 높았지만, 콜레스테롤 함량은 현저하게 낮았다. 그러나 근원섬유단백질 함량은 모든 처리구가 대조구에 비해 높았고, 가열감량은 T2 처리구가 대조구에 비해 낮았다.

색도, myoglobin, met-myoglobin 비율

냉동변성 방지제가 pH 조절법으로 제조한 닭 가슴살 수리미의 색도, myoglobin 및 met-Mb 비율은 Table 6에 나타내었다. 어육 수리미와 달리 계육 수리미의 색깔에 대한 품질개념이 확립되어 있지는 않지만, 가능한 무 첨가한 수리미의 원래 색을 유지하는 것이 바람직하다. 왜냐하면 성형 육가공 제품의 원료로 사용하기에 범용성이 있어야 하기 때문이다. 밝기를 나타내는 L*값, 적색도 a*값 및 황색도 b*값은 전 저장기간 동안 모든 처리구가 대조구에 비해 높았고, 처리구 간에는 T1 처리구가 T2 및 T3 처리구에 비해 현저하게 높았다($p < 0.05$). Rhee 등(1995)은 인산염의 증가는 L*값을 낮추고 a*값을 증가시킨다고 하였으나, 본 연구에서는 알칼리 처리와 인산염의 냉동변성 방지제를 첨가한 T1 처리구가 높은 L*값을 나타내어 차이를 보였는데 이는 pH 조절로 인한 것으로 사료되고, a*값은 증가시킨다는 보고와는 일치하였다. Park 등(2003)은 수리미의 백색도(W)는 육색소인 myoglobin 등이 함유된 수용성인 근형질단백질의 함량이 많을수록 낮다고 하여 명도와 황색도와 관련성을 제시하였으며, Jin 등(2006)은 알칼리 처리한 수리미가 밝은 육색을 나타내어 수리미의 품질을 높이는 것으로 보고하였다. 본 연구에서는 알칼리 처리와 인산염의 냉동변성 방지제 첨가 수리미가 밝은 육색을 나타내어 수리미의 품질을 높이는 것으로 사료되고, 대조구와 모든 처리구 간의 차이는 어육과 계육의 차이로 인한 것으로 사료된다. 저장기간이 경과함에 따라 T1과 T3 처리구는 L*값이 감소하여 냉동저장 직후에 비해 저장 1.5개월에 현저하게 감소하였지만, a*값은 증가하였다($p < 0.05$). Lee 등(2001a)은 인산염을 증가한 수리미의 L*값은 저장기간이 경과함에 따라 감소하였고, a*값은 증가하였다는 보고와 일치하였다. 저장기간이 경과함에 따라 b*값은 감소하여 T1과 T3 처리구는 냉동저장 직후에 비해 1.5개월에 현저하게 낮아졌고, T2는 증가하였다. 백색도를 나타내는 W값은 냉동저장 직후에는 대조구와 모든 처리구 간에 차이가 없었고, 냉동저장 1.5와 3개월에는 T3 처리구가 대조구와 T1 처리구에 비해 현저하게 높았다($p < 0.05$). 백색도는 저장기간이 경과함에 따라 대조구와 모든 처리구는 변화가 없었다. Jung 등(2004)은 적색육 어류의 고등어에 비해 백색육인 닭 가슴살 젤의 백색도가 높았고, 이는 다량의 myoglobin과 hemoglobin을 포함하고 있기 때문이라 하여 본 연구 결과를 뒷받침하고 있다. 전 저장기간 동안 myoglobin 함량은 대조구와 모든 처리구

Table 6. Effect of cryoprotectants on meat color, myoglobin content and met-myoglobin ratio of chicken breast surimi manufactured by pH adjustment during freezing storage

Items	Month	Treatments ¹⁾			
		C	T1	T2	T3
L*	0	55.93±1.28 ^D	80.20±1.11 ^{Aa}	61.27±1.97 ^C	74.65±2.94 ^{Ba}
	1.5	56.09±0.62 ^D	67.56±0.51 ^{Ab}	64.74±1.58 ^B	62.73±1.15 ^{Cb}
	3	55.60±0.93 ^C	66.67±0.51 ^{Ab}	63.98±2.37 ^B	62.47±0.88 ^{Bb}
a*	0	2.29±0.03 ^{Ba}	5.85±0.97 ^{Ab}	2.81±0.48 ^{Bc}	5.38±0.63 ^{Ab}
	1.5	2.17±0.04 ^{Cb}	12.26±0.88 ^{Aa}	11.81±0.47 ^{ABa}	10.90±0.29 ^{Ba}
	3	2.13±0.05 ^{Bb}	10.99±0.55 ^{Aa}	10.95±0.22 ^{Ab}	10.75±0.29 ^{Aa}
b*	0	1.09±0.15 ^B	7.85±2.09 ^{Aa}	1.68±0.50 ^{Bb}	8.55±2.57 ^{Aa}
	1.5	1.15±0.06 ^C	4.34±0.65 ^{Ab}	2.37±0.11 ^{Ba}	1.40±0.63 ^{Cb}
	3	1.15±0.04 ^C	4.29±0.62 ^{Ab}	2.32±0.12 ^{Ba}	1.47±0.31 ^{Cb}
W	0	52.66±0.91	56.64±6.86	56.23±3.40	49.00±10.44
	1.5	52.63±0.46 ^C	54.54±1.71 ^{BC}	57.63±1.59 ^{AB}	58.54±3.04 ^A
	3	52.16±0.84 ^C	53.79±1.92 ^{BC}	57.01±2.38 ^{AB}	58.05±1.80 ^A
Mb (mg/g)	0	4.84±0.53 ^{ABb}	6.68±0.53 ^{AB}	7.41±2.76 ^A	3.95±1.39 ^B
	1.5	5.99±0.12 ^a	7.37±0.87	7.41±2.29	5.18±0.42
	3	6.22±0.00 ^{ABa}	7.60±0.20 ^A	7.48±1.60 ^{AB}	5.80±0.63 ^B
Met-Mb (%)	0	22.06±3.13 ^b	20.03±4.86 ^b	20.87±1.19 ^c	17.26±6.09 ^b
	1.5	33.33±2.14 ^b	32.64±4.21 ^b	31.53±2.41 ^b	32.30±2.78 ^b
	3	63.66±4.90 ^{ABa}	56.80±8.93 ^{Ba}	75.35±7.88 ^{Aa}	80.10±12.15 ^{Aa}

¹⁾ Treatments are the same as in Table 1.

^{A-D} Means±SD with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

^{a-c} Means±SD with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

간에는 유의차가 인정되지 않았다. 냉동저장 직후에는 T2 처리구가 T3 처리구에 비해 높았지만, 냉동저장 3개월에는 T1 처리구가 T3 처리구에 비해 현저하게 높았다($p<0.05$). 저장기간이 경과함에 따라 대조구의 myoglobin 함량은 증가하여 냉동저장 직후에 비해 냉동저장 1.5개월에 현저하게 높았고($p<0.05$), 모든 처리구는 저장기간에 따른 변화가 없었다. 식육의 저장 중 육색 저하에 결정적인 영향을 미치는 것은 OxyMb이나 DeoxyMb이 산화되어 met-Mb을 형성하는 것인데, Mb의 산화는 Mb를 이루고 있는 Heme 단백질의 중심에 있는 철 이온이 Fe^{2+} 에서 Fe^{3+} 로 화학적 변화를 일으키는 것을 말한다(Livingston and Brown, 1982). 이때 형성된 Fe^{3+} 는 계속 그 화학적 상태를 유지하게 되고, 일부는 Fe^{4+} 로 변화되면서 산화는 지속적으로 이루어져 마침내 met-Mb의 갈색으로 고정된다(Baron *et al.*, 2002). 전 저장기간 동안 met-Mb 비율은 대조구와 모든 처리구 간에 유사한 경향이었고, 냉동저장 3개월에 T1 처리구가 T2와 T3 처리구에 비해 현저하게 낮은 비율을 나타내었다($p<0.05$). 이는 인산염이 pH를 증가시킴으로써(Livingston and Brown, 1981) 또는 다가금속이온과 결합함으로써(Liu, 1970) 변색의 비율이 감소하기 때문이라고 보고한 바 있어, 본 연구 결과를 뒷받침하고 있다. 저장기

간이 경과함에 따라 대조구와 처리구 모두 met-Mb 비율이 증가하여 냉동저장 직후에 비해 3개월에 현저하게 높았다($p<0.05$). 저장기간이 경과함에 따라 met-Mb 비율이 증가한다는 Jeong 등(2006)의 보고와 본 연구 결과와 일치하였다. 모든 처리구는 대조구에 비해 L^* , a^* , b^* 및 백색도의 W값이 높았고, myoglobin 함량과 met-Mb 비율은 유사하였다.

조직 특성

냉동변성 방지제가 pH 조절법으로 제조한 닭 가슴살 수리미의 조직특성은 Table 7에 나타내었다. Probe로 찢러 단단한 정도를 나타내는 경도는 냉동저장 직후에 대조구가 모든 처리구에 비해 높았지만, 냉동저장 1.5와 3개월에는 현저하게 낮았다($p<0.05$). 처리구 간에는 T1 처리구가 T2와 T3 처리구에 비해 높았다. 저장기간이 경과함에 따라 대조구는 냉동저장 직후에 비해 1.5개월에 감소하였지만, 모든 처리구는 냉동저장 직후에 비해 저장 1.5개월에 현저하게 높았다($p<0.05$). 응집성은 냉동저장 직후에는 대조구와 모든 처리구 간에 유사하였지만, 냉동저장 1.5와 3개월에는 T3 처리구가 대조구, T1 및 T2 처리구에 비해 현저하게 높았다($p<0.05$). 저장기간이 경과함에 따라 대조

Table 7. Effect of cryoprotectants on textural properties of chicken breast surimi manufactured by pH adjustment during freezing storage

Items	Month	Treatments ¹⁾			
		C	T1	T2	T3
Hardness (kg)	0	0.41±0.01 ^{Aa}	0.32±0.08 ^{Bb}	0.22±0.03 ^{Cb}	0.25±0.03 ^{BCb}
	1.5	0.32±0.03 ^{Cb}	2.63±0.60 ^{Aa}	2.05±0.17 ^{ABa}	1.64±0.14 ^{Ba}
	3	0.33±0.04 ^{Cb}	2.63±0.60 ^{Aa}	2.05±0.17 ^{ABa}	1.64±0.14 ^{Ba}
Cohesiveness (%)	0	48.30±5.22 ^A	44.13±5.12 ^{AB}	43.36±3.70 ^{AB}	37.87±3.06 ^{Bb}
	1.5	45.05±0.56 ^B	43.52±2.08 ^B	44.95±0.81 ^B	51.25±1.95 ^{Aa}
	3	44.68±0.42 ^B	43.52±2.08 ^B	44.95±0.81 ^B	51.25±1.95 ^{Aa}
Springiness (mm)	0	13.27±0.41 ^{ABb}	12.97±0.29 ^B	13.43±0.42 ^{AB}	13.77±0.20 ^A
	1.5	14.26±0.40 ^{Aa}	13.21±1.16 ^B	13.40±0.68 ^B	13.30±0.50 ^B
	3	14.30±0.47 ^a	13.21±1.16	13.40±0.68	13.30±0.50
Gumminess (kg)	0	20.43±2.52 ^A	11.45±0.28 ^{Bb}	17.89±5.44 ^A	12.10±0.37 ^{Bb}
	1.5	19.45±1.65 ^B	13.30±0.42 ^{Ba}	18.71±4.76 ^B	30.04±5.92 ^{Aa}
	3	19.07±1.38 ^B	13.16±0.33 ^{Ba}	18.07±4.23 ^B	28.86±5.77 ^{Aa}

¹⁾ Treatments are the same as in Table 1.

^{A-D} Means±SD with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

^{a-b} Means±SD with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

구, T1 및 T2 처리구의 응집성은 변화가 없었지만, T3 처리구는 냉동저장 직후에 비해 저장 1.5개월에 현저하게 증가하였다($p<0.05$). Lee 등(2001a)은 인산염을 첨가한 수리미의 경도와 응집성은 냉동저장기간이 경과함에 따라 감소한다는 보고와 본 연구 결과와 일치하지 않았다. 이는 pH 조절과 인산염 외 한 가지 또는 둘의 냉동변성 방지제와 함께 수리미를 제조했기 때문인 것으로 사료된다. 또한 Lee 등(2001b)은 수리미는 냉동저장 기간이 경과함에 따라 결착력, 경도 및 부착성이 감소하였고, 이는 냉동변성 방지제를 첨가함으로써 감소폭을 줄일 수 있다는 보고는 본 연구 결과를 뒷받침하고 있다. 탄력성은 냉동저장 직후와 3개월에는 대조구와 모든 처리구 간에 유사한 경향이었으나, 냉동저장 1.5개월에는 대조구가 모든 처리구에 비해 현저하게 높았다($p<0.05$). 저장기간이 경과함에 따라 대조구의 탄력성은 점차적으로 증가하여 냉동저장 직후에 비해 1.5개월에 현저하게 증가하였다($p<0.05$). Ha와 Woo(1997)는 항산화제를 첨가하여 수세한 수리미는 탄력성의 감소폭이 낮았다는 보고는 본 연구결과의 냉동변성 방지제 첨가 수리미와 일치하였다. 점성은 냉동저장 직후에 대조구가 모든 처리구에 비해 높았지만, 냉동저장 1.5와 3개월에는 T3 처리구가 대조구, T1 및 T2 처리구에 비해 현저하게 높았다($p<0.05$). 처리구 간에는 T2 처리구가 냉동저장 직후에 T1과 T3 처리구에 비해 높았지만, 냉동저장 1.5와 3개월에 T3 처리구가 대조구, T1 및 T2 처리구에 비해 현저하게 높았다($p<0.05$). Park 등(2005)은 수세 수리미에 비해 알카리 처리한 수리미가 응집성, 탄력성 및 점성이 높았다는 보고와 Antonomanolaki 등(1999)

은 염용성 단백질의 함량이 높을수록 수리미의 겔 강도가 증가한다는 보고는 본 연구 결과와 차이를 보였다. 이는 본 연구에서 대조구와 처리구 간의 원료육, 수세, pH 조절 및 냉동변성 방지제 첨가에 따른 차이로 사료된다. 점성은 저장기간이 경과함에 따라 대조구와 T2 처리구는 변화가 없었지만, T1과 T3 처리구는 냉동저장 직후에 비해 저장 1.5개월에 현저하게 증가하였다($p<0.05$). 조직특성에서 대조구는 냉동저장 직후에 모든 처리구에 비해 경도, 응집성 및 점성이 높아 조직감이 좋았으나, 냉동저장 1.5와 3개월에는 T3 처리구가 높아 냉동저장이 경과함에 따라 보다 안정된 조직감을 나타내었다.

요 약

냉동변성 방지제가 pH 조절법으로 제조한 닭 가슴살 수리미의 이화학적 특성에 미치는 영향을 파악하기 위하여 C(명태수리미: 수세 2회, 4% 설탕+5% 솔비톨+0.3% 인산염 첨가), 나머지 처리구들은 폐계 가슴살 활용하여 T1(닭 가슴살 수리미: pH 11.0, 0.3% 인산염 첨가), T2(닭 가슴살 수리미: pH 11.0, 5% 솔비톨+0.3% 인산염 첨가) 및 T3(닭 가슴살 수리미: pH 11.0, 4% 설탕+5% 솔비톨+0.3% 인산염 첨가) 처리구로 하여 시험한 결과를 요약하면 다음과 같다. 일반성분에서 대조구의 조단백질 함량이 처리구에 비해 높았지만, 수분, 조지방 및 조회분 함량은 T3 처리구가 높았다. pH, 보수성 및 콜라겐 함량은 대조구가 모든 처리구에 비해 높았고, 대조구와 모든 처리구는 저장기간이 경과함에 따라 현저하게 감소하였다($p<0.05$). 콜

레스테롤 함량은 대조구가 처리구에 비해 낮았지만, 근원 섬유단백질 함량은 모든 처리구가 대조구에 비해 현저하게 높았다($p < 0.05$). 가열감량은 T2 처리구가 대조구와 다른 처리구에 비해 낮았다. L*값, a*값 및 b*값은 전 저장 기간 동안 모든 처리구가 대조구에 비해 높았고, 처리구 간에는 T1 처리구가 T2 및 T3 처리구에 비해 현저하게 높았다($p < 0.05$). 저장기간이 경과함에 따라 T1과 T3 처리구는 L*값이 감소하여 냉동저장 직후에 비해 저장 1.5개월에 현저하게 감소하였지만, a*값은 증가하였다($p < 0.05$). W값은 냉동저장 직후에는 대조구와 모든 처리구 간에 차이가 없었고, 저장 1.5와 3개월에는 T3 처리구가 대조구와 T1 처리구에 비해 현저하게 높았다($p < 0.05$). Myoglobin 함량과 met-Mb 비율은 대조구와 모든 처리구 간에 유사하였으며, met-Mb 비율은 저장기간이 경과함에 따라 증가하였다($p < 0.05$). 경도는 냉동저장 직후에 대조구가 모든 처리구에 비해 높았지만, 저장 1.5와 3개월에는 현저하게 낮았다($p < 0.05$). 경도는 저장기간이 경과함에 따라 대조구는 냉동저장 직후에 비해 1.5개월에 감소하였지만, 모든 처리구는 냉동저장 직후에 비해 저장 1.5개월에 현저하게 증가하였다($p < 0.05$). 응집성과 검성은 냉동저장 직후에 대조구가 모든 처리구에 비해 높았지만, 냉동저장 1.5와 3개월에는 T3 처리구가 대조구와 다른 처리구에 비해 현저하게 높았다($p < 0.05$). 이상의 결과에서 대조구가 모든 처리구에 비해 pH와 보수성이 높았고, 콜레스테롤 함량이 낮았다. 그러나 냉동변성 방지제 첨가와 pH 조절한 수리미는 저장기간 동안 염용성단백질 함량이 높고 안정된 조직감을 나타내었다.

감사의 글

이 논문은 농림기술개발사업(2005년 과제번호 105128-3) 지원에 의하여 연구된 것으로 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Antonomanolaki, R. E., Varelzsis, 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 (1969) Official methods of analysis, 17th ed, Association of Official Methods of Analysis of AOAC International, Ch. 45 pp. 82.
- AOAC (1990) Official method of analysis, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Babbitt, J. K. and Reppond, K. D. (1988) Factors affecting the gel properties of surimi. *J. Food Sci.* **53**, 965-972.
- Baron, C. P., Skibsted, L. H., and Andersen, H. J. (2002) Concentration effects in myoglobin-catalyzed peroxidation of linoleate. *J. Agric. Food Chem.* **50**, 883-888.
- Chae, H. S., Cho, S. H., Park, B. Y., Yoo, Y. M., Kim, J. H., Ahn, C. N., Lee, J. M., Kim, Y. K., and Choi, Y. I. (2002) Changes of the fatty acid, amino acid and collagen contents in domestic broiler chickens of different marketing standard. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **22**, 1-7.
- Chen, H. H. (2002) Decoloration and gel-forming ability of horse mackerel mince by air-flotation washing. *J. Food Sci.* **67**, 2970-2975.
- Cho, H. J., Kang, S. G., Cha, Y. H., Kim, B. K., Woo, S. C., and Yeoh, Y. S. (2002) Effects of dietary ground, crumble and pellet of physico-chemical properties on broiler meat. *Kor. J. Anim. Sci. Technol.* **44**, 585-592.
- Davis, G. W., Smith, G. C., Carpenter, Z. L., and Cross, H. R. (1974) Relationships of quality indicators to palatability attributes of pork loin. *J. Anim. Sci.* **41**, 1305-1310.
- Ha, J. U. and Woo, D. K. (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**, 226-2317.
- Jeong, J. Y., Yang, H. S., Kang, G. H., Lee, J. I., Park, G. B., and Joo, S. T. (2006) Effect of freeze-thaw process on myoglobin oxidation of pork loin during cold storage. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **26**, 1-8.
- Jin, S. K., Kim, I. S., Hur, S. J., Park, K. H., Ha, J. H., Kang, S. M., Choi, Y. J., and Kim, J. S. (2006) Effect of pH control on physico-chemical characteristics of chicken breast surimi. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **26**, 64-69.
- Jung, C. H., Kim, J. S., Jin, S. K., Kim, I. S., Jung, K. J., and Choi, Y. J. (2004) 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. *Kor. J. Soc. Food Sci. Nutr.* **33**, 1676-1684.
- Kawashima, T., Arai, K., and Saito, T. (1973) Studies on muscular proteins of fish. The amount of actomyosin in frozen "surimi" from Alaska pollock. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* **39**, 525-532.
- Lan, Y. H., Novakofski, J., McCusker, R. H., Brewer, M. S., Carr, T. R., and McKeith, F. K. (1995) Thermal gelation properties of myofibrillar protein from pork, beef, fish, chicken and turkey muscles. *J. Food Sci.* **60**, 936-940.
- Lee, C. M. (1984) Surimi process technology. *Food Technol.* **38**, 69-80.
- Lee, S. K., Min, B. J., and Kang, C. G. (2001a) Influence of propyl gallate, sodium ascorbate, and sodium tripolyphosphate on quality change of chicken surimi during storage. *Kor. J. Anim. Sci. Technol.* **43**, 525-534.
- Lee, S. K., Min, B. J., and Kang, C. G. (2001b) Effects of oleoresin spices on the quality of chicken surimi during frozen storage. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **21**, 292-299.
- Liu, H. P. (1970) Catalysts of lipid peroxidation in meats. 1. Linoleate peroxidation catalyzed by metmyoglobin or Fe(II)-EDTA. *J. Food Sci.* **35**, 590-597.
- Livingston, D. J. and Brown, W. D. (1981) The chemistry of myoglobin and its reactions. *Food Technol.* **35**, 244-250.
- Livingston, D. J. and Brown, W. D. (1982) The chemistry of

- myoglobin and its reactions. *Food Technol.* **36**, 240-252.
22. Mansfield, B. (2003) Fish, factory trawlers, and imitation crab: the nature of quality in the seafood industry. *J. Rural Studies* **19**, 9-21.
23. Noguchi, S. and Matsumoto, J. J. (1970) Studies on the control of the denaturation of the fish muscle proteins during frozen storage-. Preventive effect of Na-glutamate. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* **36**, 1078-1087.
24. Park, J. D., Yoon, S. S., Jung, C. H., Cho, M. S., and Choi, Y. J. (2003) Effect of sarcoplasmic protein and NaCl on heating gel from fish muscle surimi prepared by acid and alkaline processing. *Kor. J. Soc. Food Sci.* **32**, 567-573.
25. Park, J. W. and Laneir, T. C. (1987) Combined effects of phosphates and sugar or polyol on protein stabilization of fish myofibrils. *J. Food Sci.* **52**, 1509-1513.
26. Park, J. W., Lanier, T. C., and Green, D. P. (1988) Cryoprotective effects of sugar, polyols, and/or phosphates on *Alaska pollack* surimi. *J. Food Sci.* **53**, 1-3.
27. Park, K. H., Jin, S. K., Kim, I. S., Ha, J. H., Kang, S. M., Choi, Y. J., and Kim, J. S. (2005) Physico-chemical characteristics of surimi by washing method and pH control level of chopped chicken breast. *Kor. J. Anim. Sci. Technol.* **43**, 1059-1066.
28. Park, S., Brewer, M. S., Mckeith, F. K., Bechtel, P. J., and Novakofski, J. (1996) Composition of surimi-like material from beef or pork. *J. Food Sci.* **61**, 717-726.
29. Rhee, M. S., Lee, J. S., Lee, S., Kim, B. C., and Koh, K. C. (1995) Effects of additives and ionic strength in preblends on the binding of pre-cooked restructured pork roasts. *Kor. J. Anim. Sci. Technol.* **37**, 427-437.
30. Ryu, H. S., Lee, K. W., and Lee, K. H. (1994) Effects of processing conditions on nutrition qualities of seafood. 2. Effects of cryoprotectants on the protein qualities of pollock surimi. *Bull. Kor. Fish. Soc.* **27**, 335-343.
31. SAS (1999) SAS/STAT Software for PC. Release 6.11, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
32. Sims, T. J. and Bailey, A. J. (1981) Connective tissue. In "Development in meat science-2" ed. Lawrie R. A., Applied Sci. Pub.
33. Sung, S. K., Yang, T. M., Kwon, Y. J., Choi, J. D., and Kim, D. G. (2000) The quality characteristics of Korean native chicken by the age. *Kor. J. Anim. Sci. Technol.* **42**, 693-702.
34. Suzuki, T. (1981) Frozen minced meat (Surimi). In: Fish and Krill Protein; Processing Technology. Appl. Sci. Pub., Ltd., London, UK, pp. 115-147.
35. Sych, J., Lacroix, C., Adambounou, L. T., and Castaigne, F. (1990) Cryoprotective effects of some materials on cod-surimi proteins during frozen storage. *J. Food Sci.* **55**, 1222-1227.
36. Umemoto S. (1966) A modified methods for estimation of fish muscle protein by Biuret method. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* **32**, 427-435.
37. Woessner, J. F. (1961) The determination of hydroxyproline in tissue and protein samples containing small proportions of this amino acid. *119 Arch. Biochem. Biophys.* **93**, 440-447.
38. Yoon, K. S. and Lee, C. M. (1990) Cryoprotectant effects in surimi/mince-based extruded products. *J. Food Sci.* **55**, 1210-1216.