

냉동변성방지제의 종류가 닭가슴살 수리미의 품질 특성에 미치는 영향

진상근* · 김일석* · 김수정* · 정기종* · 이제룡* · 최영준**

진주산업대학교 동물소재공학과*, 경상대학교 해양생물이용학부**

Effect of Cryoprotectants on Quality Properties of Chicken Breast Surimi

S. K. Jin*, I. S. Kim*, S. J. Kim*, K. J. Jeong*, J. R. Lee* and Y. J. Choi**

Department of Animal Resources Technology, Jinju National University*,

Division of Marine Bioscience, Gyeongsang National University**

ABSTRACT

This study was conducted to determine the effect of cryoprotectants (sugar, sorbitol, polyphosphate) on quality properties of chicken breast surimi manufactured by pH adjustment (pH 11.0) during frozen storage. Final surimi was divided into experimental units to which the following treatments were randomly assigned: C (Alaska pollack surimi, two times washing, 4% sugar + 5% sorbitol + 0.3% polyphosphate additive); T1 (chicken breast surimi, 0.3% polyphosphate additive); T2 (chicken breast surimi, 5% sorbitol + 0.3% polyphosphate additive); T3 (chicken breast surimi, 4% sugar + 5% sorbitol + 0.3% polyphosphate additive). All amino acid contents of control were higher than those of all treatments, while T2 was higher in amino acid contents among the treatments. Shear force of all treatments were higher than that of control, but the breaking force, deformation and gel strength were lower. The TBARS (thiobarbituric acid reactive substances) and VBN (volatile basic nitrogen) values of all treatments were lower than those of control, The TBARS values of all treatments were increased with increased storage period. In sensory evaluation, the score of appearance, meat color and overall acceptability of control were higher than those of all treatments, but aroma, juiciness and tenderness were lower than those for all treatments.

(Key words : Cryoprotectants, Quality properties, pH adjustment, Chicken breast, Surimi)

I. 서 론

최근에 축육 비선호 부위의 부가가치를 향상하는데 대한 관심이 높아지고 있으며, 축육을 알칼리 용액에서 회수한 단백질을 원료로 한 수리미 제조와 어육을 축으로 축육 중에서 백색도가 높아 어육 대체 효과가 높은 닭가슴살 또는 돼지 후지육 회수단백질의 적절한 혼합

비율로 수리미를 제조했을 때 어육 수리미 못지 않은 구조적 특성이 있다고 보고되고 있다 (Jung 등, 2004).

수리미는 수세과정 중에 대부분의 조직 지방은 제거되나 조직 내 막지질은 제거되지 않아 이로 인해 저장 중 지방산화가 문제된다. 그러므로 수리미의 제조 및 냉동과정 중 지방산화는 단백질 변성과 함께 품질저하의 원인이 된

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

다(Ha와 Woo, 1997; Kelleher 등, 1994; Wang 등, 1997).

식육의 세척은 수용성 성분, 저 염용성 성분, 지방입자 및 heme 화합물들을 상당히 줄일 수 있으나(Toyoda 등, 1992), 수리미 제조 시 식육의 조직은 일단 분쇄하거나 균질화와 같은 물리적 조작으로 인하여 광범위하게 세포의 파괴가 동반되고 산소가 고기 중에 침투하게 되어 산화촉진물질과 활성산소가 노출된 근원섬유단백질과 접촉하게 됨으로써 단백질의 산화 가능성이 증가하게 된다. 지질의 존재 여부와는 관계없이 금속이온들이 단백질의 산화를 유발함으로써 단백질 중 아미노산 조성의 변화, 폴리펩티드 사슬의 절단, 단백질 형태의 변화, 카르보닐 화합물의 생성, 단백질 중합체와 불용성 물질의 생성 등을 초래함으로써 단백질의 이화학적 특성이 저하되는 것으로 알려져 있다(Decker 등, 1993; Mecci 등, 1991; Stadtman와 Oliver, 1991; Uchida 등, 1992).

최근에 새롭게 개발된 산 또는 알칼리 조건의 pH 조절법으로 제조한 수리미는 수세법으로 제조한 수리미에 비하여 수세로 인해 소실되는 수용성단백질의 손실을 줄여 수율이 높을 뿐만 아니라(Lin과 Park, 1996), 폐수처리 비용을 대폭 줄일 수 있고(Park 등, 2003), 가공용 중간원료로 이용 시 조직감면에서 더 좋은 결과를 나타낸다(Kristinsson과 Hultin, 2003). 한편 Jin 등(2006)은 폐계가슴살을 이용한 수리미 제조 시 산 처리보다 알칼리 처리한 수리미가 높은 보수력을 보였다는 보고한 바 있다.

일반적으로 어육 수리미 제조 시 소금, 인산염 및 솔비톨(sorbitol) 등과 같은 첨가물들이 원료육에 첨가된다. 이 중 폴리덱스트로스(polydextrose), 슈크로스(sucrose) 및 솔비톨은 어육 수리미의 냉동저장 중 동결소(freezer burn)와 같은 동결변성을 예방하기 위해 첨가된다(Park 등, 1988). Ryu 등(1994)은 8% 수준의 sorbitol/sucrose 혼합제제(5:5, w/w) 처리가 소화율 보전 효과로 볼 때 냉동연육의 단백질 품질저하 방지에 효과가 있다고 보고하였다. 그러나 냉동변성방지제가 산과 알칼리 공정으로 제조한 어육 수리미의 저장 중 품질특성에 미치는 영향

에 관한 연구는 수행되지 않았다(Park 등, 2003). 또한 최근 냉동변성제를 첨가하지 않고 알칼리 용액으로 제조한 닭 가슴살과 어육으로 제조한 수리미 간에 품질 특성을 비교한 연구도 없는 실정이다.

따라서 본 연구는 최근에 개발된 알칼리 pH 조절법에 의한 닭 가슴살 수리미 제조 후 냉동보관 시 변성을 억제할 수 있는 냉동변성 방지제의 첨가와 어육 수리미 간의 품질 특성을 비교하여, 계육의 부가가치를 높일 수 있는 제품을 개발하고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료 및 수리미 제조 조건

수세법으로 제조되어 냉동저장 중인 명태연육(수분 80%)을 한성식품(株)에서 구매하여 대조구 원료로 활용하였고, S사에서 구입한 냉장 닭가슴살을 이용하여 근막과 지방을 제거하고 정형한 5 kg을 Chopper(MGB-32, 한국후지, 한국)로 3 mm 초평한 후 Silent cutter(AS-30, Ramon Co., Spain)로 미세하게 4분간 커팅 후 6 배 중량의 물을 가하여 Homogenizer(T25B, IKA Sdn. Bhd., Malaysia)로 8,000 rpm에서 30초간 균질하였다. 균질액을 Tyler체 3.5와 16 mesh로 각각 여과한 후 여과액에 1 N NaOH를 이용하여 선행 연구(Jung 등, 2004)에 따라 단백질 추출을 위하여 알칼리 조건인 pH 11.0으로 조절한 후 3상 연속원심분리기(J-1250, 한일과학, 한국)로 10,000×g에서 25분간 원심 분리하여 최상층과 최저층은 버리고 중간층을 회수하였다. 회수된 시료는 1 N HCl을 이용하여 육단백질의 등전점인 pH 5.0으로 조절한 후 단백질의 침전을 위해 30분간 방치한 후 10,000×g에서 25분간 원심분리하였다. 하층의 회수된 수리미는 적외선수분 측정기(FD 240, Kett Co., Japan)로 수분을 측정한 후 80%로 보정하였다. 수분이 보정된 수리미 무게에 대해 Table 1과 같은 비율로 설탕(백설탕, CJ, 100%), 솔비톨(Sigma, 100%) 및 인산염[FOS/ENR, 태원, 폴리인산나트륨 40, 피로인산나트륨(무수) 30, 산성피로인산

Table 1. Experimental design by different cryoprotectants

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

나트륨 30%]을 냉동변성방지제로 첨가하여 총 4처리구로 하여 PVDC(diameter 3.0×15 cm)에 충전하고 -40℃/36시간 동결 후 -20℃에서 3개월간 냉동저장하면서 90℃/40분 당침 가열한 후 품질 특성을 조사하였다.

2. 조사항목 및 방법

(1) 아미노산 조성

아미노산 조성은 AOAC(1990) 방법에 따라 시료 약 0.02 g에 6 N HCl 15 mL를 가하여, 110℃ dry oven에서 24시간 이상 동안 산가수 분해한 후 55℃ Water bath에서 감압 농축하여 pH 2.20 sodium citrate buffer로 25 mL Volumetric flask에 정용하여 아미노산자동분석기(Biochrom 20, Pharm Tek, England)를 이용하여 Table 2와 같은 조건으로 분석하였다.

(2) 전단가, 파괴강도, 변형값 및 겔강도

전단가는 Instron 3343(US/MX50, A&D Co., USA)을 이용하여 비가열 시료(diameter×20 mm)를 가로로 놓혀 knife형 plunger로 Table speed 200 mm/min, Sample speed 80 m/s, Load cell 10 kg 및 Adapter area 30 mm² 조건으로 분석하였다.

파괴강도, 변형값 및 겔강도는 Okada(1964)의 방법에 따라 실린더형의 시료(diameter 1.8×2.0 cm)를 수직으로 세워 Rheometer(EZ-test, Shimadzu, Japan)에 구형 plunger No. 5(diameter 5 mm)를 장착하고 60 mm/min의 속도로 올리면서 파괴강도, 변형값 및 겔강도를 측정하였다.

(3) TBARS

TBARS(thiobarbituric acid reactive substances)

는 Buege와 Aust(1978)의 방법에 따라 시료 5 g에 butylated hydroxyanisole(BHA) 50 µL와 증류수 15 mL를 첨가하여 균질화 시킨 후 균질액 1 mL를 시험관에 넣고 여기에 2 mL thiobarbituric acid(TBA)/ trichloroacetic acid(TCA) 혼합용액을 넣어 완전히 혼합한 다음, 90℃의 항온수조에서 15분간 열처리한 후 냉각시켜 3,000 rpm에서 10분간 원심 분리시켰다. 원심분리한 시료의 상층을 회수하여 531 nm에서 측정된 흡광도에 5.88을 곱하여 mg MA(malonaldehyde)/100g으로 나타내었다.

(4) 휘발성염기태질소(VBN)

VBN(volatil basic nitrogen)은 高坂(1975)의 방법에 따라 세절육 3 g에 증류수 27 mL를 가하여 14,000rpm에서 30초간 균질한 후 균질액을 여과지(Whatman No. 1)로 여과하여 conway unit 접착부에 glycerine을 바르고 외실에 여과액 1 mL를 넣고 내실에는 0.01 N H₃BO₃ 1 mL와 지시약(0.066% methyl red + 0.066% bromocresol green)을 3방울(30 µL) 가하여 뚜껑을 닫은 후 50% K₂CO₃ 1 mL를 외실에 신속히 주입 후 즉시 밀폐시킨 다음 용기를 수평으로 교반하여 여과액과 50% K₂CO₃가 잘 혼합시킨 후 37℃에서 120분간 배양하였다. 배양 후 0.02 N H₂SO₄로 내실의 붕산용액을 측정하여 mg%로 나타내었다.

$$VBN(mg\%) = 0.28 \times (a-b) \times F \times 100/0.1$$

a: 본시험 적정치 (mL), b: 공시험 적정치 (mL), F: 0.02 N H₂SO₄ Factor

(5) 관능검사

관능검사는 충전된 수리미를 90℃에서 40분

Table 2. Conditions of amino acid analyzer

Items	Conditions
Instrument	Biochrom 20, Pharm Tek, England
Column	Cation Separation Column LCA K06, 4.6 mm × 150 mm Catalog NO. 51 12 001
Absorbance	570 nm and 440 nm
Reagent flow rate	0.25 mL/min
Buffer flow rate	0.45 mL/min
Reactor temperature	130℃
Reactor size	15 m

탕침 가열한 후 잘 혼련된 10명의 요원에 의해 9점 척도법으로 실시하였으며, 1점은 매우 나쁘거나 낮음(extremely bad or slight), 9점은 매우 좋거나 강함(extremely good or much)으로 표시하게 하여 관능검사를 실시하였다.

3. 통계분석

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

III. 결과 및 고찰

1. 아미노산 함량

냉동변성 방지제가 pH 조절법으로 제조한 닭가슴살 수리미의 아미노산 함량에 미치는 결과는 Table 3에 나타내었다. 식육에 함유되어 있는 아미노산이나 지방산은 산, 당, ATP 관련 화합물 등과 함께 맛과 향의 생성에 깊은 관련을 한다(Baily, 1983; Shin 등, 1998). 따라서 식육 중의 아미노산 및 지방산 조성을 규명하는 것은 기호도를 예측하는 수단이 될 수 있다. 본 연구에서 대조구와 모든 처리구들의 수리미에 공통적으로 glutamic acid가 가장 높은 함량을 나타내었고, 다음으로 aspartic, lysine 및 leucine 순으로 나타났다. 대조구가 처리구들에 비해 모든 아미노산, FAA(맛 관련 아미노산),

SAAA(단맛 관련 아미노산), FRAA(방향족 아미노산), EAA(필수 아미노산) 및 총 아미노산 함량이 높았고($P<0.05$), 처리구 간에는 T2 처리구가 T1과 T3 처리구에 비해 높은 함량을 보였다. 저장기간이 경과함에 따라 동결저장 직후에 비해 저장 3개월에 모든 아미노산, FAA, SAAA, FRAA, EAA 및 총 아미노산 함량은 증가하였다. 닭고기에서 단맛에 관여하는 아미노산은 methionine과 glutamic acid인데(Chae 등, 2002), 본 실험의 수리미 제조 원료에 있어 대조구는 어육을 모든 처리구들은 닭 가슴살을 사용하여 나타난 결과 대조구가 모든 처리구들에 비해 모든 아미노산 함량이 높았기 때문에 관능평가(Table 6)에서도 보다 높은 전체적 기호도를 나타내었다고 판단된다. 이는 어육이 아미노산 함량이 높다는 것을 의미하고, 냉동변성 방지제가 수리미의 아미노산 함량에 뚜렷한 영향을 미치지 않은 것으로 판단된다.

2. 물리적 특성

냉동변성 방지제가 pH 조절법으로 제조한 닭가슴살 수리미의 겔특성에 미치는 결과는 Table 4에 나타내었다. 전단가는 모든 처리구들이 대조구에 비해 현저하게 높았고($P<0.05$), 처리구 간에는 T2 처리구가 T1과 T3 처리구에 비해 높았다. 대조구와 T1 처리구는 저장기간이 경과함에 따라 전단가는 차이가 없었지만 T2와 T3 처리구는 동결저장 직후에 비해 1.5개월에 가장 높았다. Park 등(2005)과 Jin 등(2006)

Table 3. Effect of cryoprotectants on amino acid compositions (%) of chicken breast surimi manufactured by pH adjustment during freezing storage at -20°C

Items	Storage months	Treatments ¹⁾			
		C	T1	T3	T3
Aspartic	0	2.28±0.05 ^A	1.69±0.02 ^{Db}	1.82±0.03 ^B	1.76±0.02 ^{Cb}
	3	2.36±0.06	1.76±0.04 ^a	1.87±0.04	1.83±0.04 ^a
Threonine ³⁾	0	0.96±0.02 ^A	0.81±0.01 ^{Cb}	0.88±0.02 ^{Bb}	0.83±0.02 ^C
	3	1.05±0.06 ^A	0.87±0.03 ^{Ba}	0.94±0.02 ^{Ba}	0.90±0.05 ^B
Serine ³⁾	0	0.95±0.02 ^{Ab}	0.67±0.01 ^{Cb}	0.71±0.02 ^{Bb}	0.66±0.02 ^{Cb}
	3	1.10±0.07 ^{Aa}	0.72±0.02 ^{Ba}	0.77±0.03 ^{Ba}	0.72±0.03 ^{Ba}
Glutamic ²⁾	0	4.09±0.11 ^A	2.88±0.02 ^{Cb}	3.09±0.07 ^B	2.99±0.03 ^{BCb}
	3	4.15±0.12 ^A	2.94±0.02 ^{Ca}	3.15±0.07 ^B	3.07±0.03 ^{BCa}
Proline	0	0.61±0.03 ^{AB}	0.59±0.01 ^{Bb}	0.64±0.01 ^A	0.59±0.04 ^B
	3	0.66±0.04 ^{AB}	0.65±0.04 ^{ABa}	0.71±0.04 ^A	0.64±0.03 ^B
Glycine ³⁾	0	0.78±0.01 ^{Ab}	0.59±0.02 ^{Cb}	0.64±0.02 ^{Bb}	0.61±0.01 ^{Cb}
	3	0.85±0.02 ^{Aa}	0.65±0.01 ^{Ca}	0.71±0.04 ^{Ba}	0.67±0.03 ^{BCa}
Alanine ³⁾	0	1.33±0.03	1.02±0.01	0.77±0.57	0.96±0.14
	3	1.40±0.03 ^A	1.10±0.07 ^B	1.15±0.05 ^B	1.05±0.15 ^B
Valine*	0	1.13±0.01 ^{Ab}	0.91±0.01 ^{Cb}	0.97±0.01 ^B	0.96±0.01 ^{Bb}
	3	1.21±0.03 ^{Aa}	0.98±0.02 ^{Ba}	1.04±0.06 ^B	1.03±0.04 ^{Ba}
Isoleucine*	0	1.10±0.03 ^{Ab}	0.92±0.01 ^C	0.99±0.02 ^B	0.95±0.02 ^{Cb}
	3	1.16±0.02 ^{Aa}	1.01±0.08 ^B	1.06±0.05 ^{AB}	1.03±0.04 ^{Ba}
Leucine*	0	1.88±0.06 ^A	1.47±0.01 ^C	1.60±0.03 ^{Bb}	1.53±0.02 ^{Cb}
	3	1.95±0.06 ^A	1.54±0.06 ^C	1.66±0.02 ^{Ba}	1.58±0.02 ^{Ca}
Tyrosine ⁴⁾	0	0.85±0.02 ^A	0.51±0.01 ^{Db}	0.62±0.01 ^B	0.57±0.02 ^{Cb}
	3	1.58±0.58 ^A	0.59±0.05 ^{Ba}	0.68±0.04 ^B	0.64±0.01 ^{Ba}
Phenyl alanine ^{*, 4)}	0	0.82±0.06 ^A	0.60±0.01 ^{Bb}	0.66±0.01 ^{Bb}	0.61±0.03 ^B
	3	0.89±0.06 ^A	0.67±0.03 ^{Ba}	0.74±0.04 ^{Ba}	0.68±0.07 ^B
Histidine*	0	0.55±0.02 ^{Ab}	0.44±0.02 ^B	0.45±0.02 ^{Bb}	0.44±0.01 ^{Bb}
	3	0.61±0.03 ^{Aa}	0.53±0.06 ^B	0.53±0.04 ^{Ba}	0.50±0.03 ^{Ba}
Lysine*	0	2.27±0.01 ^{Ab}	1.75±0.04 ^B	1.78±0.06 ^B	1.72±0.02 ^{Bb}
	3	2.33±0.01 ^{Aa}	1.81±0.05 ^B	1.86±0.09 ^B	1.78±0.01 ^{Ba}
Arginine*	0	1.42±0.02 ^{Ab}	0.76±0.02 ^C	0.81±0.04 ^B	0.77±0.02 ^{BC}
	3	1.47±0.03 ^{Aa}	0.82±0.06 ^B	0.88±0.06 ^B	0.83±0.05 ^B
FAA ²⁾	0	4.09±0.11 ^A	2.88±0.02 ^{Cb}	3.09±0.07 ^B	2.99±0.03 ^{BCb}
	3	4.15±0.12 ^A	2.94±0.02 ^{Ca}	3.15±0.07 ^B	3.07±0.03 ^{BCa}
SAAA ³⁾	0	4.01±0.07 ^{Ab}	3.08±0.01 ^{Bb}	3.00±0.56 ^B	3.07±0.16 ^B
	3	4.40±0.15 ^{Aa}	3.34±0.06 ^{Ca}	3.58±0.04 ^B	3.34±0.14 ^C
FRAA ⁴⁾	0	1.67±0.08 ^A	1.11±0.02 ^{Cb}	1.29±0.01 ^{Bb}	1.18±0.05 ^{Cb}
	3	2.46±0.59 ^A	1.27±0.03 ^{Ba}	1.43±0.02 ^{Ba}	1.32±0.06 ^{Ba}
EAA*	0	9.01±0.18 ^{Ab}	7.67±0.07 ^{Cb}	8.16±0.18 ^{Bb}	7.81±0.05 ^{Cb}
	3	12.25±0.57 ^{Aa}	8.22±0.26 ^{Ba}	8.71±0.25 ^{Ba}	8.35±0.21 ^{Ba}
Total	0	20.98±0.40 ^{Ab}	15.61±0.08 ^{Cb}	16.45±0.65 ^{Bb}	15.95±0.26 ^{BCb}
	3	22.78±0.71 ^{Aa}	16.64±0.26 ^{Ca}	17.77±0.43 ^{Ba}	16.96±0.29 ^{BCa}

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 $P<0.05$.

* EAA (essential amino acid); ²⁾ FAA (amino acid in relation to flavor);

³⁾ SAAA (amino acid in relation to saccarinity); ⁴⁾ FRAA (fragrant amino acid).

Table 4. Effect of cryoprotectants on gel characteristics of chicken breast surimi manufactured by pH adjustment during freezing storage

Items	Storage months	Treatments ¹⁾			
		C	T1	T2	T3
Shear force (kg/cm ²)	0	3.11± 0.02 ^D	3.98± 0.13 ^C	6.60± 0.03 ^{Ab}	4.35± 0.06 ^{Bb}
	1.5	3.07± 0.10 ^D	4.13± 0.08 ^C	6.71± 0.03 ^{Aa}	4.60± 0.08 ^{Ba}
	3	3.06± 0.17 ^D	4.07± 0.09 ^C	6.50± 0.08 ^{Ab}	4.46± 0.10 ^{Bab}
Breaking force (g)	0	234.00± 1.00 ^A	217.67± 2.52 ^{Cb}	218.33± 1.53 ^{Cb}	225.00± 1.00 ^{Bb}
	1.5	234.00± 3.61 ^A	232.67± 3.79 ^{ABa}	227.00± 2.65 ^{Ba}	227.33± 2.52 ^{Bb}
	3	241.00± 5.00	234.00± 7.00 ^a	233.33± 5.86 ^a	232.33± 2.52 ^a
Deformation (mm)	0	5.76± 0.11 ^{Aa}	4.13± 0.51 ^{Cb}	4.80± 0.02 ^B	4.64± 0.33 ^{BC}
	1.5	4.94± 0.05 ^b	4.94± 0.10 ^a	4.99± 0.12	4.94± 0.05
	3	4.85± 0.06 ^{Ab}	4.64± 0.12 ^{ABab}	4.87± 0.19 ^A	4.42± 0.36 ^B
Gel strength (g*mm)	0	1347.03±24.08 ^{Aa}	898.86±119.10 ^{Cb}	1048.73± 8.47 ^{Bb}	1044.18±77.92 ^{Bab}
	1.5	1156.07±29.28 ^b	1148.78± 39.41 ^a	1133.36±20.83 ^a	1123.78±15.64 ^a
	3	1169.55±20.42 ^{Ab}	1085.31± 18.44 ^{Ba}	1135.04±30.23 ^{ABa}	993.32±36.87 ^{Cb}

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.

은 알칼리 처리 수리미가 수세 및 산처리 수리미에 비해 전단가가 높았다는 보고하였고, 대조구와 모든 처리구들 간에 전단가의 차이는 원료, 수세, 알칼리 처리 및 냉동변성 방지제 첨가 등의 차이에 기인하는 것으로 판단된다. 수리미에 인산염과 솔비톨 혼합 첨가는 높은 전단가를 나타냄으로써 좀 더 안정된 구조의 수리미를 생산할 수 있을 것으로 판단된다. 일반적으로 수리미의 파괴강도는 단백질의 양을 나타내는 지표로서 양이 많을수록 높고, 변형값은 변성되지 않은 단백질의 양을 나타내는 지표로 양이 많을수록 변형값이 높다. 파괴강도는 대조구가 모든 처리구들에 비해 동결저장 직후와 1.5개월에 높게 나타났고(P<0.05), 처리구 간에는 동결저장 직후에 T3 처리구가 T1과 T2 처리구에 비해 높았다. 저장기간이 경과함에 따라 대조구의 파괴강도는 차이를 보이지 않았지만, 모든 처리구들은 동결저장 직후에 비해 3개월째에 현저하게 증가하였다(P<0.05). 변형값은 동결저장 직후에 대조구가 모든 처리구들에 비해 현저하게 높았고(P<0.05), 처리구 간에는 T2 처리구가 T1과 T3 처리구에 비해

높았다. Jung 등(2004)은 pH 조절에 따른 닭가슴살의 변형값은 유사하였고, 육의 종류에 따라 근형질단백질의 함량과 변형값이 차이가 있다는 보고가 본 연구 결과를 뒷받침하고 있다. 저장기간이 경과함에 따라 대조구의 변형값은 감소하여 동결저장 직후에 비해 1.5개월에 현저하게 낮았다(P<0.05). 겔강도는 동결저장 직후에 대조구가 모든 처리구들에 비해 높았고(P<0.05), 처리구 간에는 T2 처리구가 T1과 T3 처리구에 비해 높았다. 저장기간이 경과함에 따라 대조구의 겔강도는 동결저장 직후에 비해 저장 1.5개월에 현저하게 낮았지만, 모든 처리구들은 동결저장 직후에 비해 1.5개월에 현저하게 높았다(P<0.05). 겔특성에서 모든 처리구들은 대조구에 비해 전단가가 높았지만 파괴강도, 변형값 및 겔강도는 낮았다.

3. TBARS와 VBN 함량

냉동변성 방지제가 pH 조절법으로 제조한 닭가슴살 수리미의 TBARS와 VBN 함량은 Table 5에 나타내었다. 유지 산패는 주로 불포

Table 5. Effect of cryoprotectants on TBARS and VBN of chicken breast surimi manufactured by pH adjustment during freezing storage at -20°C

Items	Storage months	Treatments ¹⁾			
		C	T1	T2	T3
TBARS (mg/kg)	0	1.97±0.44 ^A	0.09±0.02 ^{Bb}	0.13±0.03 ^{Bb}	0.11±0.01 ^{Bc}
	1.5	1.67±0.10 ^A	0.38±0.12 ^{Ba}	0.13±0.03 ^{Ca}	0.20±0.02 ^{Cb}
	3	1.57±0.04 ^A	0.48±0.13 ^{Ba}	0.29±0.05 ^{Ca}	0.30±0.04 ^{Ca}
VBN (mg%)	0	4.84±0.11 ^{Aa}	4.50±0.16 ^{ABa}	4.35±0.35 ^B	4.76±0.09 ^{Aa}
	1.5	5.12±0.14 ^{Aa}	4.44±0.08 ^{Ba}	4.51±0.07 ^B	4.60±0.02 ^{Bb}
	3	4.45±0.28 ^b	4.20±0.06 ^b	4.27±0.05	4.19±0.04 ^c

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 $P<0.05$.

화지방산의 자동산화에 의한 것으로서 singlet oxygen이 지방산의 불포화기를 공격하여 hydroperoxide의 생성과 분해가 연쇄적으로 일어나는 반응이고(Juliano, 2005), Simmhuber와 Yu(1977)는 TBARS가 자동산화 정도를 측정하는데 적절한 방법이라고 제안하였다. 저장기간 동안 모든 처리구들의 TBARS 값은 0.09~0.48 mg/100g으로 대조구의 1.57~1.97 mg/100g에 비해 현저하게 낮았고($P<0.05$), 처리구 간에는 T2 처리구가 가장 낮은 값을 나타내었다. 모든 처리구들의 TBARS 값은 저장기간이 경과함에 따라 현저하게 증가하였다($P<0.05$). Chen과 Wailmaleongoraek(1981)는 TBARS값은 시간의 경과, 저장온도, 지방산의 조성, 산소의 활성, 항산화제 등의 여러 요인에 의해 영향을 받는다 하여 본 연구 결과를 뒷받침 하고 있다. 본 실험에서 불포화지방산이 일반적으로 많이 함유된 어육의 2회 수세는 지방산화에 보다 많이 노출될 수 있는 조건(Brewer 등, 1992)에서 제조한 대조구가 닭가슴살을 원료육으로 한 처리구들에 비해 높은 TBARS값을 나타내었다고 판단된다. 또한 인산염 단독 첨가보다 솔비톨과 인산염을 혼합 첨가함으로써 2가의 금속이온들과 보다 많이 결합하여 불활성화시킴으로써 지방산화 생성을 지연시키는데 보다 효과를 나타낸 것으로 판단된다.

육은 미생물 및 근육 중에 존재하는 자가 효소의 작용에 의해 신선도가 저하되는데 미생물의 번식에 의하여 단백질이 분해를 받고 염기성 물질이 증가하여 pH 및 휘발성 염기질소

등이 상승한다. 저장 중 식육 및 육제품의 변패가 진행됨에 따라 단백질이 아미노산으로 또 다시 저분자 무기태질소로 분해된다(Lefebvre 등, 1994).

무기태질소의 함량은 생육 및 육제품의 신선도를 평가하는데 중요하며 특히 휘발성 무기태질소의 경우는 관능적 특성에 크게 관여한다. VBN 함량은 저장기간 동안 모든 처리구들이 4.19~4.76 mg%로 대조구의 4.45~5.12 mg%에 비해 낮았고, 특히 동결저장 1.5개월에는 모든 처리구들이 대조구에 비해 현저하게 낮은 함량을 나타내었다($P<0.05$). 저장기간이 경과함에 따라 T2 처리구는 변화가 없었지만, 대조구, T1 및 T3 처리구는 동결저장 직후에 비해 저장 3개월에 현저하게 감소하였다($P<0.05$). Watabe 등(1983)은 적색육 어류는 단백질의 변성 속도가 빠르다고 보고하여 본 연구 결과를 뒷받침하고 있고, 강 등(1994)은 솔비톨과 인산염을 혼합 첨가함으로써 어육 수리미의 단백질 변패를 지연시키는데 더욱 효과가 있었다고 보고하였다. 일반적으로 휘발성 무기태질소의 함량이 18~23 mg% 이상이면 부패취가 발생한다고 보고하였으나(森, 1980), 본 실험에서는 저장기간 동안 대조구와 처리구 모두 4.19~5.12 mg%로 부패취 범위에 포함되지 않았다.

모든 처리구들이 대조구에 비해 지방산화와 단백질 변성이 낮았고, 인산염 단독 첨가보다 솔비톨과 인산염을 혼합 첨가가 지방산화 지연에 보다 효과가 있는 것으로 나타났다.

Table 6. Effect of cryoprotectants on sensory scores¹⁾ of chicken breast surimi manufactured by pH adjustment during freezing storage at -20°C

Items	Storage months	Treatments ²⁾			
		C	T1	T2	T3
Appearance	0	6.90±0.32 ^A	5.90±0.88 ^B	5.90±0.88 ^B	6.00±1.33 ^{Ba}
	1.5	6.20±1.14	5.70±0.82	5.50±0.85 ^{ab}	5.60±0.84 ^{ab}
	3	6.10±0.84 ^A	5.30±0.48 ^B	5.10±0.74 ^{Bb}	4.70±0.82 ^{Bb}
Meat color	0	7.50±0.71 ^{Aa}	6.30±0.95 ^{Ba}	6.50±1.27 ^{Ba}	5.60±1.35 ^{Ba}
	1.5	6.70±1.06 ^{Ab}	5.30±1.06 ^{Bb}	5.10±0.74 ^{Bb}	4.60±0.97 ^{Bb}
	3	6.10±0.97 ^{Ab}	5.20±1.03 ^{Bb}	5.00±0.67 ^{Bcb}	4.40±0.52 ^{Cb}
Aroma	0	5.70±0.95 ^A	4.40±0.70 ^{Bb}	5.40±1.35 ^A	4.50±0.85 ^{Bb}
	1.5	5.50±1.27	5.40±0.70 ^a	5.20±0.92	5.50±0.53 ^a
	3	4.90±0.53	4.90±0.88 ^{ab}	5.00±0.94	4.90±0.74 ^{ab}
Flavor	0	4.30±1.06	4.30±0.48 ^{Ab}	4.80±0.63 ^b	4.70±0.82 ^b
	1.5	4.30±1.06 ^B	5.20±1.03 ^{Aa}	5.80±0.79 ^{Aa}	5.50±1.85 ^{Aa}
	3	4.20±0.85 ^B	4.90±0.74 ^{ABab}	5.20±0.79 ^{Aab}	5.20±0.79 ^{Aab}
Juiciness	0	3.90±0.57 ^B	5.40±0.52 ^A	4.90±0.74 ^A	5.40±0.97 ^A
	1.5	4.50±1.08 ^B	5.40±0.84 ^A	5.30±0.67 ^{AB}	5.40±0.97 ^B
	3	4.20±0.97 ^B	5.10±0.74 ^A	5.20±0.63 ^A	5.20±0.92 ^A
Tenderness	0	4.20±0.79 ^B	5.30±0.82 ^A	5.80±1.03 ^A	5.80±1.32 ^A
	1.5	4.70±1.06 ^B	5.60±0.84 ^{AB}	5.50±0.97 ^{AB}	5.80±1.32 ^A
	3	4.30±1.32 ^B	5.20±0.79 ^{AB}	5.10±0.88 ^{AB}	5.50±1.35 ^A
Overall acceptability	0	6.70±0.48 ^{Aa}	5.30±0.48 ^{BC}	6.00±1.63 ^{AB}	4.90±1.10 ^C
	1.5	6.10±1.10 ^{Aab}	5.50±0.97 ^{AB}	5.50±1.27 ^{AB}	4.90±1.10 ^B
	3	5.90±1.10 ^{Ab}	4.80±0.79 ^B	5.20±0.63 ^B	4.80±0.79 ^B

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

2) 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 $P<0.05$.

4. 관능검사

냉동변성 방지제가 pH 조절법으로 제조한 닭가슴살 수리미의 관능검사 결과는 Table 6에 나타내었다. 외관, 육색 및 전체적 기호도는 대조구가 모든 처리구들에 비해 높은 점수를 받았지만($P<0.05$) 풍미, 다즙성 및 연도는 모든 처리구들이 대조구에 비해 높은 점수를 받았다. 외관과 함께 육색은 매우 주요한 품질 요인이라 하였으며(Pearson 등, 2005), 이는 어육을 원료로 해서 제조한 수리미가 보기 좋은 외관을 나타내는 것으로 판단된다. 모든 처리구들은 관능검사에서 유사한 점수를 받았다. 대조구의 외관, 향, 풍미, 다즙성 및 연도는 저장기간에 따른 변화를 보이지 않았고, 육색과 전체적 기호도는 저장기간이 경과함에 따라 감소하여 동결저장 직후에 비해 저장 3개월에 현저하게 낮은 점수를 나타내었다. 모든 처리구들의 육색은 저장기간이 경과함에 따라 감소하여

동결저장 직후에 비해 저장 1.5개월에 현저하게 감소하였고($P<0.05$), T2와 T3 처리구의 외관 점수는 저장기간이 경과함에 따라 감소하여 동결저장 직후에 비해 저장 3개월에 낮은 점수를 나타내었다($P<0.05$). 향과 풍미는 육제품 저장시 산화 과정이 진행됨으로써 조직감 및 육색이 저하되며(Decker 등, 1995; Yin과 Faustman, 1993), 육가공 제품에 있어서 풍미는 휘발성 풍미 물질의 농도보다는 그 물질의 화학적 상태와 소비자들이 인지하는 역가가 더 중요한데(Chizzolini 등, 1998), 이는 저장 동안 본 실험의 대조구와 처리구 모두 향, 풍미 및 육색이 저하한 결과와 일치한다고 판단된다. 관능평가에서 대조구가 모든 처리구들에 비해 외관과 전체적 기호도가 좋았다.

IV. 요약

냉동변성 방지제가 닭가슴살 수리미의 품질

특성에 미치는 영향을 파악하기 위하여 대조구는 2회 수세한 명태수리미를 활용하여 C(4% 설탕+5% 솔비톨+0.3% 인산염 첨가), 나머지 처리구들은 pH(11.0) 조절법으로 제조한 닭가슴살 수리미를 활용하여 T1(0.3% 인산염 첨가), T2(5% 솔비톨+0.3% 인산염 첨가) 및 T3(4% 설탕+5% 솔비톨+0.3% 인산염 첨가) 처리구로 하여 시험한 결과를 요약하면 다음과 같다. 대조구가 처리구들에 비해 모든 아미노산, FAA, SAAA, FRAA, EAA 및 총 아미노산 함량이 높았고, 처리구 간에는 T2 처리구가 T1과 T3 처리구에 비해 높은 함량을 보였다. 전단가는 모든 처리구들이 대조구에 비해 현저하게 높았고, 처리구 간에는 T2 처리구가 T1와 T3 처리구에 비해 높았다. 파괴강도, 변형값 및 겔강도는 대조구가 모든 처리구들에 비해 높았다. 저장기간 동안 모든 처리구의 TBARS 값은 0.09~0.48 mg/100g으로 대조구의 1.57~1.97 mg/100g에 비해 현저하게 낮았고, 처리구 간에는 T2 처리구가 가장 낮은 값을 나타내었다. VBN 값은 모든 처리구들이 대조구에 비해 낮았다. 관능평가에서 외관, 육색 및 전체적 기호도는 대조구가 모든 처리구들에 비해 높은 점수를 받았지만, 풍미, 다즙성 및 연도는 모든 처리구들이 대조구에 비해 높은 점수를 받았다. 냉동 변성제와 닭가슴살을 이용한 수리미는 어육 수리미에 비해 외관과 전체적 기호도 점수가 낮았지만, 조직감, TBARS 및 VBN 값이 낮아 좀 더 연구가 이루어진다면 부가가치가 있는 제품 개발 가능성이 있는 것으로 판단된다.

V. 사 사

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

VI. 인 용 문 헌

1. AOAC. 1990. Official methods of analysis, 15th edition, Association Official Analytical Chemists, Washington, DC. p. 931.
2. Baily, M. E. 1983. The Maillard reaction and meat flavor. In the Maillard in food and nutrition. Waller G. R., Feather M. S., eds. American Chemical Society, Washington DC, p. 169.
3. Brewer, M. S., Ikins, W. G. and Harbers, C. A. Z. 1992. TBA values, sensory characteristics and volatiles in ground pork during long-term frozen storage: Effects of packaging. *J. Food Sci.* 57: 558-562.
4. Buege, J. A. and Aust, J. D. 1978. Microsomal lipid peroxidation. *Methods Enzymol.* 52:302-309.
5. 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 Acids and collagen Contents in Domestic Broiler Chickens of Different Marketing Standard. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* 22:1-7.
6. Chen, T, C. and Wailmaleongoraek, C. 1981. Effect of pH on TBA values of ground raw poultry meat. *J. Food Sci.* 46:1946-1958.
7. Chizzolini, R., Novelli, E. and Zanardi, E. 1998. Oxidation in traditional mediterranean meat products. *Meat Sci.* 49:87-99.
8. Decker, E. A., Chan, W. K. M., Livisay, S. A., Butterfield, D. A. and Faustman, C. 1995. Interaction between carnosine and the different redox states of myoglobin. *J. Food Sci.* 60:1201-1204.
9. Decker, E. A., Xiong, Y. L., Calvert, J. T., Crumb, A. D. and Blanchard, S. P. 1993. Chemical, physical and functional properties of oxidized turkey white muscle myofibrillar proteins. *J. Agric. Food Chem.*, 41:186-192.
10. Ha, J. U. and Woo, D. K. 1997. Water holding capacity, cooking loss and gel characteristics of pork heart surimi prepared by washings under antioxidative condition. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* 17:226-2317.
11. 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. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* 26:64-69.
12. Juliano, C., Cossu, M., Alamanni, M. M. and Piu, L. 2005. Antioxidant activity of gamma-oryzanol: Mechanism of action and its effect on oxidative stability of pharmaceutical oils. *International J. Pharma.* 299:146-154.
13. 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.
14. Kelleher, S. D., Hultin, H. O. and Wilhelm, K. A. 1994. Stability of mackerel surimi prepared under lipid-stabilizing processing conditions. *J. Food Sci.* 59:269-274.
 15. Kristinsson, H. G. and Hultin, H. O. 2003. Role of pH and ionic strength on water relationships in washed min-ced chicken breast muscle gels. *J. Food Sci.* 68:917-922.
 16. Lefebvre, N., Thibault, C., Charbonneau, R. and Piette, J. P. G. 1994. Improvement of shelf-life and wholesomeness of ground beef by irradiation. *Meat Sci.* 32:371-377.
 17. Lin, T. M. and Park, J. W. 1996. Extraction of proteins from Pacific whiting mince at various washing conditions. *J. Food Sci.* 61:432-438.
 18. Mecci, E., Mordente, A. and Martorana, G. E. 1991. Metal catalyzed oxidation of human serum albumin : conformational and functional changes. *J. Biol. Chem.* 266:4696-4702.
 19. Okada, M. 1964. Effect of washing on the jelly forming ability of fish meat. *Nippon Suisan Gakkaishi.* 30:255-261.
 20. 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.
 21. 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.
 22. 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. *J. Anim. Sci. & Technol. (Kor.)* 43:1059-1066.
 23. Pearson, R. C., McKenna, D. R., Ellebracht, J. W., Griffin, D. B., McKeith, F. K., Scanga, J. A., Belk, K. E., Smith, G. C. and Savel, J. W. 2005. Benchmarking value in the pork supply chain: Processing and consumer characteristics of hams manufacture from different quality raw materials. *Meat Sci.* 70:91-97.
 24. 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.
 25. SAS. 1999. SAS/STAT Software for PC. Release 6.11, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
 26. Shin, K. K., Park, H. I., Lee, S. K. and Kim, C. J. 1998. Studies on fatty acid composition of different portions in various meat. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* 18:261-268.
 27. Simmhuber, R. O. and Yu, T. C. 1977. The 2-thiobarbituric acid reaction an objective measure of the oxidative deterioration occurring in fats and oil. *J. Japan Soc. Fish Sci.* 26:259-267.
 28. Stadtman, E. R. and Oliver, C. N. 1991. Metal catalyzed oxidation of proteins. *J. Biol. Chem.* 266:2005-212.
 29. Toyoda, K., Kimura, I., Fujita, T., Noguchi, S. F. and Lee, C. M. 1992. The surimi manufacturing process. In *Surimi Technology*, Lanier, T. C. Lee, C. M. Eds., Dekker, New York, pp. 79-112.
 30. Uchida, K., Kato, Y. and Kawakishi, S. 1992. Metal-catalyzed oxidative degradation of collagen. *J. Agric. Food Chem.* 40:9-16.
 31. Wang, B., Xiong, Y. L. and Srinivasan, S. 1997. Chemical stability of antioxidant washed beef heart surimi during frozen storage. *J. Food Sci.* 62:939-946.
 32. Watabe, S., Maruyama, J. and Hashimoto, K. 1983. Myofibrillar ATPase activity of mackerel ordinary and dark muscles. *Nippon Suisan Gakkaishi.* 49:655-662.
 33. Yin, F. S. and Faustman, C. 1993. Influence of temperature, pH and phospholipid composition upon the stability of myoglobin and phospholipid: a liposome model. *J. Agr. Food Chem.* 41:853-857.
 34. 강창기, 박구부, 정상경, 이무하, 이영현, 정명섭, 최양일. 1994. 식육생산과 가공의 과학. 선진문화사.
 35. 高坂和久. 1975. 肉製品の鮮度保持と測定. *食品工業.* 18:105-111.
 36. 森高明. 1980. *日本食品工業學會誌.* 27. 579.
(접수일자 : 2007. 8. 27. / 채택일자 : 2007. 11. 5.)