



## NaCl 첨가량에 따른 돈육 수리미의 젤 특성

강근호 · 한철용<sup>1</sup> · 주선태\* · 김병철<sup>1</sup> · 박구부  
경상대학교 동물자원과학부 · <sup>1</sup>고려대학교 식품과학부

### Effects of Addition Levels of Sodium Chloride on Gel Properties of Surimi-like Pork

Geun Ho Kang, Chul Yong Han<sup>1</sup>, Seon Tea Joo\*, Byoung Chul Kim<sup>1</sup>, and Gu Boo Park

Division of Animal Science and Technology, College of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University

<sup>1</sup>Division of Food Science, College of Life and Environmental Sciences, Korea University

#### Abstract

Effects of addition level of sodium chloride (NaCl) on gel properties of surimi-like pork (SLP) were investigated. Porcine *semimembranosus* muscle was used to manufacture SLP contained 1, 2, 3 and 4% NaCl to measure moisture content, pH, color, gel strength, micro-structure and sensory evaluation. The pH and moisture content of SLP were decreased as increasing of NaCl level. However, the gel strength of SLP was increased with increasing of NaCl level. Values of yellowness and chroma were lower in SLP of 2% and 3% NaCl compared with those of 1% and 4% NaCl. Amorphous protein particles size in micro-structure of SLP was decreased and coagulated as increasing level of NaCl. SLP of 1% NaCl had a structure formed by aggregates of densely packed globular proteins and arranged in clusters, whereas a well-structured matrix with a highly interconnected network of strand was observed in SLP of 4% NaCl. Results suggested that the increasing gel strength with NaCl level might be due to lower moisture content and denser micro-structure of gel.

Key words : gel property, sodium chloride, surimi-like pork

#### 서론

어육 단백질을 이용한 수리미의 제조는 수산가공업계에서 매우 성공적인 것으로 평가받고 있는데, 어육 수리미로부터 수산물과 유사한 고 기능성을 가진 다양한 제품들의 제조가 가능하여 전 세계적으로 인기를 얻고 있다. 따라서 수리미의 제품은 해마다 증가를 하고 있는데(Mansfield, 2003), 최근에는 축산물로부터 수리미를 제조하는 것에도 관심이 높아지고 있는 추세이다. 즉, 계육, 돈육, 우육, 양육 또는 소의 심장과 같은 식육부산물로부터 제조된 수리미 유사물의 특성에 대해 연구가 활발히 진행되고 있다(Antonomanolaki *et al.*,

1999; Nowsad *et al.*, 2000; Srinivasan *et al.*, 1996). 그런데 일반적으로 돈육과 우육으로부터 제조된 수리미는 어육 수리미에 비해 더 단단한 젤을 형성하는 것으로 알려져 있다(Park *et al.*, 1996a).

일반적으로 어육 수리미 제조시 소금, 인산염 및 소르비톨(sorbitol) 등과 같은 첨가물들이 원료육에 첨가된다. 이 중 폴리덱스트로스(polydextrose), 슈크로스(sucrose) 및 소르비톨은 어육 수리미의 동결 변성을 예방하기 위해 첨가되며, 소금은 수리미 제품 제조시 젤 형성을 위해 최종 제품의 중량에 대해 약 1.5~3% 정도가 첨가되는데, 수리미 제조시 탈수 작용을 하는 것으로 알려져 있다(Park *et al.*, 1988). 특히 수리미 제조시 소금의 첨가는 근원섬유 단백질을 용해시키는데 필수적이며, 수리미의 젤화를 위해서도 반드시 필요하다(Hennigar *et al.*, 1989). 즉, 소금의 첨가로 인해 근원섬유 단백질은 용해되고, 용해된 단백질은 가열시 변성되어 젤을 형

\* Corresponding author : Seon Tea Joo, Meat Science Laboratory, Division of Animal Science of Technology, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea, Tel: 82-55-751-5511, Fax: 82-55-756-7171, E-mail: stjoo@gnu.ac.kr

성하게 되며, 단백질 분자내 상호 작용으로 형성된 3차원 구조는 중합반응에 의해 안정된 젤을 형성하게 된다. 이와 같은 단백질 구조의 특성은 수분과 소금 및 단백질 농도, pH, 액토마이오신의 용해도 및 가열 처리 방법 등에 의해 영향을 받는다(Acton and Dick, 1984; Hickson *et al.*, 1982; Ishioroshi *et al.*, 1979; Lee, 1986; Siegel and Schmidt, 1979; Yasui *et al.*, 1982).

Kelleher와 Hultin(1991)은 어육 단백질의 추출성에 있어서 리튬 염(lithium chloride)이 NaCl과 KCl보다 뛰어나다고 하였는데, 브롬화칼륨의 첨가수준에 따른 어육 수리미의 젤 형성력에 있어서 0.15%가 첨가될 때 탄력적인 젤을 형성하는 것으로 보고된 바 있다(Pacheco-Aguilar and Crawford, 1994). 한편, 돈육과 우육 수리미에 있어서도 젤 경도와 보수력은 소금이 첨가될 때 증가하는 것으로 알려져 있다(Park *et al.*, 1996b). 그런데 축육을 이용한 수리미에 관한 대부분의 연구들은 열처리에 의한 젤의 특성(Park *et al.*, 1996a; Xiong and Blanchard, 1994), 분쇄육과 조제된 근원섬유 단백질에 대한 젤의 특성(Antonomanolaki *et al.*, 1999; Park *et al.*, 1996b), 수리미 제조시 근원섬유 단백질의 항산화(Srinivasan *et al.*, 1996)에 관한 연구에 집중되어 있으며, 돈육을 이용한 수리미 제조 시 필요한 소금의 함량에 따른 젤의 특성에 관한 연구는 보고되어 있지 않다. 따라서 본 연구는 국내 돈육 비선호 부위의 활용성 증진을 위해 돈육을 이용한 수리미 제조시 첨가되는 소금의 함량이 젤의 특성에 미치는 영향을 알아보고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 시료채취 및 수리미 제조

일반적인 상업용 방법으로 도축된 돈육의 반막양근을 이용하여 수리미 유사물을 제조하였다. 수리미 유사물의 제조는 Park 등(1996a)의 방법을 변형하여 외부의 결체조직을 제거시키고, 적육은 2cm<sup>3</sup>로 잘라 5배의 얼음물과 함께 균질기(Model AM-7, Nihouseike Kaisha LTD, Japan)를 이용하여 15,000 rpm에서 3분간 균질시켰다. 현탁액 속의 결체조직 제거를 위해 2 mm 금속체에서 거른 후, 500  $\mu$ m 금속체에서 재차 여과를 시켰다. 근원섬유 단백질 외 기타 물질(Heme 관련 색소물질, 지방 및 콜라겐 등) 제거를 위해 3,000 rpm에서 15분간 원심분리시켜 침전물을 회수하여 동일한 방법으로 5배의 얼음물과 함께 균질한 후 원심분리시켰다. 최종적으로, 침전물에 2.5배의 얼음물과 함께 균질한 후 원심분리에 의해 수리미 유사물(water-washed pork, 비가열 돈육 수리미)을 획득하였다. 획득된 수리미 유사물은 가열시 첨가되는 NaCl의 함량을 달리하여 가열한 후 돈육 수리미(surimi-like pork)의

Table 1. Experimental design for examination

Treatments	Water-washed pork (g)	Addition levels (%)	
		NaCl content	TPP <sup>1)</sup> content
Control	100	1	0.5
Treatment 1	100	2	0.5
Treatment 2	100	3	0.5
Treatment 3	100	4	0.5

<sup>1)</sup> TPP; tripolyphosphate.

젤 특성을 평가하였다(Table 1). 수리미 유사물은 75°C의 항온수조에서 20분간 가열 후 흐르는 물에 즉시 담가 냉각을 실시하였으며, 젤 특성의 평가는 실온에서 30분간 열평형을 시킨 후 실시하였다.

### pH, 수분함량 및 육색

pH는 샘플 3 g을 증류수 27 mL과 함께 균질기 (T25basic, IKA, Malaysia)로 1 min/14,000 rpm간 균질하여 pH-meter (MP230, Mettler Toledo, Swiss)로 측정하였다. 돈육수리미의 수분함량은 102±2°C의 드라이오븐에서 24시간 건조 후 중량을 측정하여 건조 전 시료중량에 대한 백분율(%)로 나타내었다. 근육과 가열된 젤의 색깔은 색차계(CR 300, Minolta, Japan)를 이용하여 동일한 시료를 5회 반복하여 명도(lightness)를 나타내는 L\*값, 적색도(redness)를 나타내는 a\*값과, 황색도(yellowness)를 나타내는 b\*값을 측정하였다. 이때 표준색은 Y=93.5, X=0.3132, y=0.3198인 표준색판을 사용하여 표준화한 후 측정하였다.

### 조직감

돈육 수리미의 젤 강도는 물성 측정기(CR-100D, Sun scientific, Japan)를 이용하여 gel strength test type에 의해 측정하였다. 돈육 수리미의 젤 강도는 Bourne(1968)의 방법을 응용하여 직경 1.27 cm, 길이 2 cm의 원통형의 절편으로 만들어 60%만 변형시킨 후 젤 강도(g/cm<sup>2</sup>)와 경도(g/cm<sup>2</sup>)를 측정하였다. 이때 물성 측정기의 조건은 compression load cell 10 kg, table speed 120 mm/min 이었으며, 모든 샘플은 실온에서 측정되었다.

### 미세구조

가열된 돈육 수리미의 미세구조 관찰을 위해 Carroll과 Lee(1981)의 방법에 따라 전계방출형 주사전자현미경(FE SEM; XL30S, Philips, Netherland)을 이용하여 돈육 수리미 미세구조의 사진을 얻었다. 조직의 관찰을 위해 가열된 돈육

수리미의 조직은 1×1 mm의 크기로 준비하여 2.5% glutaraldehyde와 pH 7.2의 0.1 M phosphate buffer (PB)와 혼합된 용액에 침지시켜 3시간 동안 전고정시키고, 1% OsO<sub>4</sub>와 PB가 혼합된 용액에서 2시간 동안 후고정시켰다. 탈수작업은 에탄올과 아세톤을 이용하였고, hexamethyl-disilazane (HMDS: Sigma H-4875)을 이용하여 임계건조시켰다. 이 때 사용된 전압은 15 kv이고, 저배율에서부터 관찰하여 ×2000에서 촬영하였다.

### 관능평가

NaCl 첨가량이 돈육 수리미의 관능적인 특성에 미치는 영향을 알아보기 위해 훈련된 9명의 요원을 선발하여 색깔, 경도, 짠 맛의 강도 및 전체적인 기호성을 평가하였다. 돈육 수리미의 선명한 색깔의 정도는 “밝기”로, 저작했을 때 연하고 단단함의 정도는 “경도”로, 저작시 느껴지는 짠 맛의 정도는 “맛”으로 표시하도록 하였다. 또한 돈육 수리미의 색깔, 경도 및 맛을 종합적으로 판단하여 전체적인 “기호성”을 표시하도록 하였다. 관능평가의 실시요령은 제조된 돈육 수리미를 평가전에 섞어두고 각 평가항목에 대해 용지에 미리 그려져 있는 10 cm 길이의 직선상에 표시하도록 하였으며, 각 평가항목에 대한 기준은 아래와 같다.

색깔 : 어두움 < 5 cm < 밝음  
 맛 : 달콤함 < 5cm < 짠  
 경도 : 연함 < 5 cm < 단단함  
 기호성 : 나쁨 < 5 cm < 좋음

### 통계분석

각 처리구마다 5반복의 실험에서 측정된 값들은 SAS (2001) 프로그램을 이용하여 분산분석과 Duncan의 다중검정을 통해 5% 수준에서 처리구간의 유의성을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

돈육 수리미의 pH가 수분함량과 젤 강도에 미치는 영향 수리미 유사물에 첨가된 NaCl의 함량이 증가함에 따라 가열된 돈육 수리미의 pH와 수분함량은 유의적으로( $p<0.05$ ) 감소하는 것으로 나타났다(Fig. 1). 또한 NaCl 첨가량이 3%까지 증가함에 따라 젤 강도는 유의적으로( $p<0.05$ ) 증가하였고, 3%와 4% 첨가구의 젤 강도는 차이가 없는 것으로 나타났다(Fig. 2).

일반적으로 근육 식품의 pH가 증가하면 근육을 구성하고 있는 주요 필라멘트들 사이의 공간이 확장되기 때문에 보다 많은 수분이 보유되어 보수력이 증가하는 것으로 알려져 있

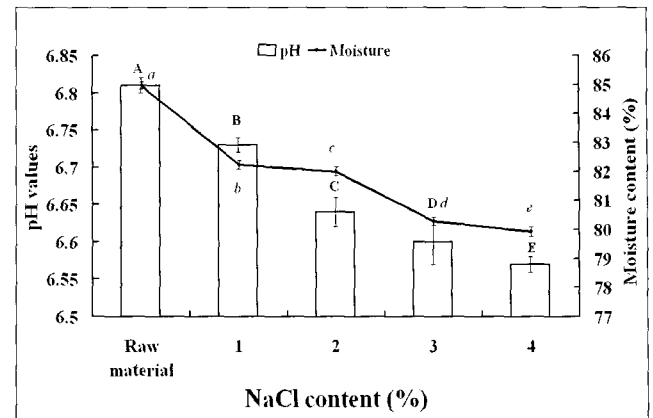


Fig. 1. Effect of addition levels of sodium chloride on pH and moisture content of surimi-like pork from porcine *semimembranosus* muscle. Means±S.D. <sup>A-E</sup>: Means with different superscripts within a bar differ ( $p<0.05$ ). <sup>a-e</sup>: Means with different superscripts within a line differ ( $p<0.05$ ).

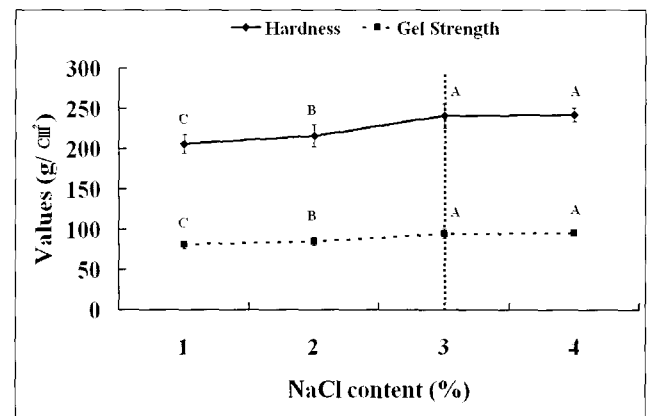


Fig. 2. Effect of addition levels of sodium chloride on gel firmness of surimi-like pork from porcine *semimembranosus* muscle. Means±S.D. <sup>A-C</sup>: Means with different superscripts within a curve differ ( $p<0.05$ ). All samples were mixed with 0.5% tripolyphosphate, respectively.

다(Joo *et al.*, 1995). 따라서 본 연구 결과 소금의 첨가량에 따른 돈육 수리미의 수분함량이 감소한 것은 pH의 감소에 기인한 것이라 사료된다. 이 같은 결과는 Trevino와 Morrissey (1990)가 보고한 수리미 제품의 젤 강도는 첨가되는 소금과 상관없이 pH 6.0에서 감소한다는 결과와 유사한 것이다. 하지만, 반대로 근육 단백질에 소금을 첨가할 경우 수분함량이 증가하여 근섬유가 팽창되고(Winger and Pope, 1981), 소금의 첨가로 인해 근섬유는 붕괴되어 마이오신의 분해가 증가를 하게 되며, 분해된 마이오신은 젤 형성과 수분결합에 관여한다고 알려져 있는 것(Huxley, 1963)과는 다소 다른 결과라고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서 나타난 소금의 첨가에 따른 가열 돈육 수리미의 수분함량 감소는 낮은

pH뿐만 아니라 돈육 수리미의 물리적인 미세구조와 같은 다른 요인에 의해 영향을 받았을 것으로 사료된다.

일반적인 어육 수리미의 젤 형성을 위한 최적의 pH는 중성 또는 약 산성인 것으로 알려져 있다(Matsumoto and Noguchi, 1992). 그런데 본 연구의 Fig. 2에 나타난 바와 같이 소금의 첨가량에 따라 가열된 돈육 수리미의 pH가 약산성에 가까울수록 젤 강도는 증가하는 것으로 나타났다. 이 같은 결과는 돈육 수리미 유사물에 소금을 첨가하면 pH가 감소하고, 감소된 pH는 젤 형성을 강하게 만든다는 것을 의미한다. 첨가되는 염의 증가에 따라 pH가 감소한 이유는 염의 농도가 증가함에 따라 수리미내 탈수작용이 더 많이 일어난 탓에 기인하여 이온 변화가 발생했기 때문인 것으로 사료된다. 한편, 비가열 근육 단백질의 기능성은 가열된 분쇄 육제품의 최종 품질에 영향을 미치며, 특히 염용성인 근원섬유 단백질의 기능성과 밀접한 관련이 있다(Li-Chan *et al.*, 1985). 결국 본 실험에서 NaCl의 첨가량이 증가함에 따라 가열된 돈육 수리미의 수분함량이 유의적으로( $p < 0.05$ ) 감소한 것은 염용성 단백질의 추출성이 증대된 것과 관련이 있을 것으로 사료된다. 즉, 유화형 소시지와 같은 경우는 추출된 근원섬유 단백질의 함량이 증가하면 지방과 더욱 많은 유화물을 형성하면서 보다 많은 수분을 포획할 수 있기 때문에 최종 젤의 수분함량은 증가되지만, 순수한 근원섬유 단백질을 가열하여 젤을 형성하는 수리미의 경우는 용해되는 단백질의 양이 증가할수록 조밀한 젤이 형성되기 때문에 젤이 함유하는 수분함량은 감소되는 것으로 사료된다. 물론 이렇게 추출된 근원섬유 단백질들이 조밀한 젤을 형성하는 것은 추출된 단백질의 함량뿐만 아니라 낮은 pH에 의해서도 영향을 받았을 것으로 생각된다. NaCl의 첨가량이 증가함에 따라 염용성 단백질의 추출성이 증가되어 가열된 젤의 미세구조를 조밀하게 만드는 현상은 Fig. 3의 전자현미경 사진에서 명확히 확인되었다.

다른 한편, 용해되어 나온 염용성 단백질들은 근섬유 내의 수분을 흡수하여 탈수제로 작용함으로써 가열된 돈육 수리미의 수분함량이 감소되었을 가능성도 배제할 수 없다. 또한 이렇게 젤의 수분함량이 감소된 것은 기계적으로 측정할 젤의 강도에 유의적인 영향을 미쳐 젤의 강도를 증가시켰을

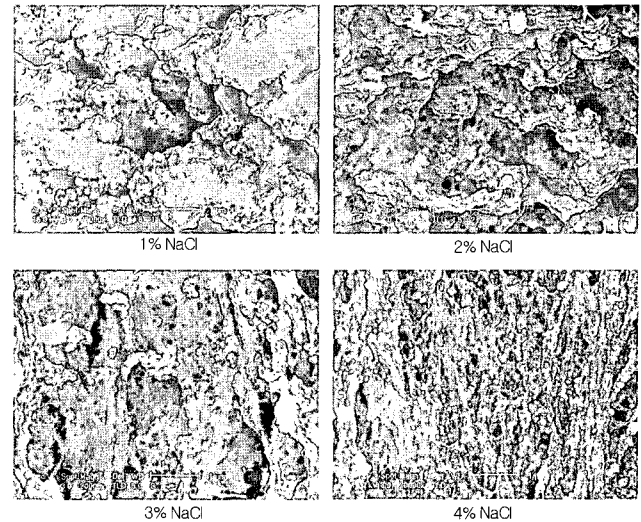


Fig. 3. Effect of addition levels of sodium chloride on gel microstructure of surimi-like pork from porcine *semimembranosus* muscle.

것으로 사료된다. 하지만, 소금의 첨가량이 3% 이상 되어도 젤의 강도가 더 이상 증가하지 않는 것으로 보아 젤의 강도를 강하게 한다는 목적만을 고려한다면 3% 이상의 소금을 첨가하는 것은 의미가 없을 것으로 사료된다.

#### NaCl 첨가량이 돈육 수리미의 색깔에 미치는 영향

돈육 수리미 제조시 NaCl 첨가량에 따른 젤의 색깔을 관찰한 결과(Table 2), 적색도와 황색도는 2~3% NaCl 첨가구가 1%와 4% NaCl 첨가구에 비해 유의적으로( $p < 0.05$ ) 낮은 것으로 나타났다. 이 같은 결과는 2~3% NaCl 첨가구의 돈육수리미가 보다 깨끗한 젤을 형성한다는 것을 의미한다. 즉, 1%의 NaCl이 첨가되었을 때에는 헴(Heme) 관련 색소 단백질들이 효율적으로 변성되지 않는 것으로 생각되며, 3% 이상 첨가하면 높은 염이온이 근원섬유 단백질의 산화를 유발하여 황색도를 증가시킨 것으로 사료된다. 그 결과, 젤의 선명도를 나타내는 채도(Chroma)의 경우 NaCl 1%와 4% 처리구가 유의적으로( $p < 0.05$ ) 높게 나타났지만, 전체적인 젤의 색깔은 적색도와 황색도가 낮으면서 유의적으로( $p < 0.05$ ) 높은 색

Table 2. Effect of addition levels of sodium chloride on color of surimi-like pork from porcine *semimembranosus* muscle

Treatments	L*	a*	b*	Chroma	Hue
1% NaCl	77.91±2.70	-1.23±0.28 <sup>A1)</sup>	6.18±0.64 <sup>A</sup>	6.32±0.57 <sup>A</sup>	101.51±3.82 <sup>B</sup>
2% NaCl	78.75±3.26	-1.75±0.23 <sup>C</sup>	5.03±0.95 <sup>B</sup>	5.35±0.79 <sup>B</sup>	110.06±6.63 <sup>A</sup>
3% NaCl	77.32±2.54	-1.76±0.15 <sup>C</sup>	5.15±0.60 <sup>B</sup>	5.45±0.55 <sup>B</sup>	109.03±3.13 <sup>A</sup>
4% NaCl	78.94±1.43	-1.46±0.14 <sup>B</sup>	6.08±0.38 <sup>A</sup>	6.25±0.35 <sup>A</sup>	103.50±1.77 <sup>B</sup>

1) Means±S.D. <sup>A-C</sup> : Means with different superscripts within a column differ ( $p < 0.05$ ).

상(Hue)을 가진 NaCl 2%와 3% 처리구가 바람직한 밝은 색깔을 형성하는 것으로 나타났다.

적육을 이용하여 바람직한 수리미 유사물을 제조하기 위해서는 지방, 헴(Heme) 색소물질 및 기타 수용성 성분들을 완전히 제거하여 순수한 근원섬유 단백질만 추출하여야 한다(Varnam and Sutherland, 1995). 그러나 실질적으로 순수한 물만으로는 헴(Heme) 색소물질을 완전히 제거시킬 수 없으므로 적육의 단백질을 이용하여 수리미를 제조할 때는 약간의 염이 첨가되는 세척수가 이용된다. 그 동안 식육과 식육 부산물을 이용하여 수리미 유사물의 품질을 높이기 위해 순수한 물에서부터 다양한 세척수의 pH 조건과 염들(염화물, 탄산염, 인산염 등)에 대해서 많은 연구가 진행되었는데(Ball and Montejano, 1984; Yang and Froning, 1992), 일반적으로 수리미 유사물 제조시 실시되는 세척작업에 있어서 염들과 산성 pH는 헴(Heme) 색소물질과 지방은 효율적으로 제거시킬 수 있는 장점은 있지만, 단백질의 수율을 감소시키는 단점이 있는 것으로 나타났다(Wimmer *et al.*, 1993). 본 연구에서는 세척 작업시 염이나 pH를 조절하지 않고, 증류수를 이용하여 수리미 유사물을 제조하였기 때문에 수리미 유사물 내에 헴(Heme) 관련 색소물질은 완전히 제거가 되지 않는 특성을 나타내었다. 그러나 실험 결과에서 나타난 바와 같이 수리미 유사물에 2~3% NaCl을 첨가함으로써 돈육 수리미의 색깔을 유의적으로 향상시킬 수 있었다. 하지만 NaCl은 Fe<sup>3+</sup>의 활성을 강화시키고(Kanner *et al.*, 1991), NaCl로부터 유래된 Cl<sup>-</sup>는 Fe<sup>3+</sup>의 용해도를 증가시켜 지질의 과산화(Osinchak *et al.*, 1992)를 촉진하는 것으로 알려져 있다. 따라서 4% 이상의 소금이 첨가되면 미량으로 존재할 수 있는 지질이나 근원섬유 단백질이 산화되어 황색도가 높아질 가능성이 있을 것으로 판단된다.

한편, 수리미 유사물 내에 근원섬유 단백질과 함께 포함되어 있는 헴(Heme) 관련 색소물질들은 첨가되는 NaCl의 함량

이 2~3%일 때 불활성화 되어 젤의 적색도와 황색도를 낮추어 전체적으로 깨끗한 색깔이 나타난 것으로 판단되는데, 돈육 수리미 젤의 물리적인 미세구조도 어느 정도 표면 색깔에 영향을 미치는 것으로 사료된다. 즉, Fig. 3에 나타난 바와 같이 소금의 첨가량에 따라 돈육 수리미 젤의 미세구조는 조밀해지고, 따라서 표면으로 이동될 수 있는 수분의 함량도 차이를 나타내게 된다. 따라서 돈육 수리미 젤의 미세구조가 조밀해질수록, 또한 표면으로 유리되어 나오는 수분의 함량이 적을수록 젤의 표면 색깔은 짙어질 수 있다. 결론적으로 4% NaCl의 첨가구가 짙은 색상을 나타낸 이유는 소금이 색소 관련 물질들을 활성화 시켜 황색도를 높이면서 미세구조를 조밀하게 만들고 수분함량을 감소시킨데 기인한 것으로 사료된다.

#### NaCl 첨가량이 돈육 수리미의 미세구조에 미치는 영향

NaCl의 첨가량이 돈육 수리미의 미세구조 변화에 미치는 영향은 Fig. 3에 나타난 전자현미경 사진과 같은데, NaCl의 첨가량이 증가함에 따라 조직의 구성과 단백질의 결합형태가 확연히 달라지는 것이 관찰되었다. 즉, 돈육 수리미 제조시 첨가되는 NaCl의 함량이 증가함에 따라 구름모양과 같은 구형 단백질 형태의 크기가 작아지는 것으로 나타났으며, 결합된 단백질 입자 사이의 간격이 좁아지고 매우 거칠어지는 것으로 나타났다. 한편, 제조된 모든 돈육 수리미에서 근원섬유 단백질의 필라멘트 구조는 붕괴되어 나타나지 않았다.

근원섬유 단백질로부터 수리미를 제조할 때 형성되는 젤의 구조는 근원섬유 단백질의 농도, 함량, 물의 상태, 염의 종류와 농도, pH, 제조 시간과 온도, 첨가제 및 이들의 복합적인 상호작용에 의해 영향을 받는다(Lanier, 1990). 그런데 근원섬유 단백질이 매트릭스 상의 젤의 구조를 형성하기 위해서는 젤화가 이루어지기 전에 기본적으로 근원섬유 단백질이 용해되어야 한다. 즉, 바람직한 젤화는 최적의 젤 강도와

**Table 3. Effect of addition levels of sodium chloride on sensory characteristics of surimi-like pork from porcine semi-membranosus muscle**

Treatments	Sensory evaluation <sup>1)</sup>			
	Brightness	Hardness	Salty taste	Acceptability
1% NaCl	4.31±0.31 <sup>C2)</sup>	4.90±0.27 <sup>D</sup>	4.52±0.54 <sup>D</sup>	7.52±0.59 <sup>B</sup>
2% NaCl	8.89±0.46 <sup>A</sup>	5.98±0.36 <sup>C</sup>	7.03±0.36 <sup>C</sup>	9.04±0.45 <sup>A</sup>
3% NaCl	8.93±0.30 <sup>A</sup>	7.09±0.31 <sup>B</sup>	8.92±0.29 <sup>B</sup>	6.99±0.41 <sup>C</sup>
4% NaCl	4.94±0.30 <sup>B</sup>	9.37±0.50 <sup>A</sup>	9.64±0.28 <sup>A</sup>	4.03±0.68 <sup>D</sup>

<sup>1)</sup> Brightness; darker < 5 < extremely bright, Hardness; softer < 5 < extremely tough, Salty taste; less salty < 5 < extremely salty.

<sup>2)</sup> Means±S.D. <sup>A~D</sup>: Means with different superscripts within a column differ ( $p < 0.05$ ).

조직감을 얻을 수 있는 조건아래에서만 이루어지는데, Lee(1986)에 따르면 최적의 젤 강도와 조직감은 적정 이온농도(적정 염 농도), pH, 온도 및 수분함량을 통한 근원섬유 단백질의 충분한 용해가 필수적으로 요구된다. 따라서 본 연구 결과, 비록 첨가되는 NaCl의 함량이 4%까지 증가할수록 근원섬유 단백질의 용해는 비례적으로 증가하여 젤의 미세구조도 조밀하게 나타났지만, 최적의 젤 강도 및 관능검사의 결과(Table 3)를 고려할 때 4%의 NaCl 첨가는 의미가 없는 것으로 사료된다.

한편, NaCl의 첨가량이 증가함에 따라 구름처럼 보이던 구형 단백질 입자들은 더욱 더 작게 나누어지고 거친 형상을 보였는데, 이러한 미세구조의 차이가 젤 강도와 수분함량에 영향을 미친 것으로 판단된다. 즉, NaCl 함량의 증가는 근원섬유 단백질의 분해를 증가시키고, 가열 변성에 의한 조직의 결합력을 강화시킴으로서 젤의 강도를 높인 것으로 사료된다. 반대로 NaCl 첨가량이 낮을수록 결합 단백질 입자들의 크기가 커지고 그 입자들 사이의 공간이 넓어 보다 많은 수분이 젤내에 존재할 수 있을 것으로 생각된다. 이 같은 결과는 1% 정도의 낮은 염 농도로는 염용성 단백질을 충분히 용출할 수 없다는 것을 의미하며, 이러한 이유로 젤내 단백질들은 수분과 강력한 결합력을 형성할 수 없어 입체 공간적으로 삼투압에 의해 유지되는 수분함량은 높을 수 있지만 보수력은 낮아질 것으로 사료된다. 비록 본 실험에서는 NaCl 첨가량에 따른 수리미 유사물의 보수력은 측정하지 않았지만, 전자현미경 사진에서 볼 수 있듯이 1% NaCl 첨가구의 경우 단백질과 수분의 약한 결합은 보수력뿐만 아니라 돈육 수리미의 단단하지 못한 젤 형성의 원인으로 작용한 것으로 사료된다. 결론적으로, NaCl의 첨가량이 증가함에 따라 용해되는 염용성단백질의 추출성이 증가하여 수분입자와 안정된 결합을 형성하게 되며, 가열시 수분을 보유하려는 힘 또한 증가하여 조밀한 조직을 형성한 것으로 사료된다.

#### NaCl 첨가량이 돈육 수리미의 기호성에 미치는 영향

돈육을 이용한 수리미 유사물 제조시 소비자의 기호도에 적합한 NaCl 첨가량을 알아보기 위하여 관능 평가를 실시하였으며, NaCl 첨가량이 돈육 수리미의 색깔, 경도, 맛 및 전체적인 기호성에 미치는 영향은 Table 3에 나타난 바와 같다. 관능 평가 요원들은 2%와 3%의 NaCl 첨가구의 가열된 돈육수리미의 색깔이 유의적으로( $p<0.05$ ) 선명하면서 밝은 것으로 평가하였다. 저작에 의한 단단함의 정도는 NaCl 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로( $p<0.05$ ) 단단해지는 것으로 평가하였으며, 짠맛도 유의적으로( $p<0.05$ ) 강해지는 것으로 평가하였다. NaCl 첨가량에 따른 돈육 수리미에 대한 전체적인 기호성에 있어서는 2% NaCl 첨가구가 다른 처리구에 비

해 유의적으로( $p<0.05$ ) 높은 것으로 나타났다.

수리미의 색깔은 소비자들의 구매에 직접적인 영향을 주는 품질의 가장 중요한 요인의 하나로, 특히 제품의 선명도와 밝기가 색깔을 결정하는 주요 요소이다. 따라서 본 연구에서 나타난 돈육 수리미의 색깔과 경도의 결과는 향후 돈육 수리미를 판매할 목적으로 제조한다면, 반드시 고려되어야 할 것으로 생각된다. 그 이유는 첨가되는 염의 농도를 높일 경우, 돈육 수리미의 기계적인 젤의 강도 또는 관능적인 저작에 의한 젤의 경도는 높일 수 있지만, 깨끗하지 못하고 어두운 색깔로 인해 소비자들로부터 저품질로 평가받을 수 있기 때문이다. 따라서 염의 첨가는 최소 2% 미만, 최대 3% 이상을 첨가하는 것은 바람직하지 못할 것으로 사료된다. 하지만, 다른 한편, 일반적으로 수리미 제조시에는 소금에 의해 거칠어지는 맛을 부드럽게 보완하면서, 기호성을 향상시켜 주는 당류(설탕, 소르비톨 등)가 첨가된다. 본 실험에서는 당류가 첨가되지 않았기 때문에 이러한 점을 감안한다면, 돈육을 이용한 돈육수리미 제조시 2%의 NaCl 첨가보다는 3%를 첨가하는 것이 보다 바람직할 수도 있을 것으로 추정된다.

한편, 돈육 수리미 제조시 첨가되는 NaCl의 함량이 증가함에 따라 관능적인 조직감은 기계적인 조직감과 다르게 유의적으로( $p<0.05$ ) 단단해지는 것으로 나타났다. 즉, 3%보다 4% NaCl 첨가구의 돈육 수리미가 유의적으로( $p<0.05$ ) 단단한 경도를 가지는 것으로 평가되었지만, 짠 맛이 지나치게 강하고 색깔이 밝고 투명하지 못한 이유로 인해 전체적인 기호성은 낮게 평가되었다. 따라서 염의 농도를 높이지 않고 젤 강도를 향상시킬 수 있는 기술의 개발이 필요할 것으로 사료된다. 결론적으로 본 연구의 관능평가 결과만을 토대로 검토한다면, 돈육을 이용한 수리미 유사물 제조시 첨가되는 NaCl의 함량은 젤의 색깔과 기호도가 우수한 2% 첨가가 적합할 것으로 사료된다.

## 요 약

돈육을 이용한 수리미 유사물 제조시 첨가되는 NaCl 함량이 돈육 수리미의 젤 특성에 미치는 영향을 알아본 결과, NaCl의 첨가량이 증가함에 따라 젤 강도는 높아지지만, pH와 수분함량은 낮아지는 것으로 나타났다. 젤의 색깔은 첨가되는 NaCl의 함량이 2~3%일 때 선명하면서 밝은 것으로 나타났고, 4% 첨가되었을 때에는 황색도가 증가하여 색상이 어두워지는 것으로 나타났다. 젤의 미세구조를 관찰한 결과, NaCl의 첨가량이 증가함에 따라 염용성 단백질의 용해도가 증가하여 단백질 사이의 결합이 조밀하게 이루어지는 것으로 나타났으며, 이와 같은 이유로 인해 수분함량은 감소하지만 젤의 강도는 높아지는 것으로 나타났다. 관능평가에서

2% NaCl이 첨가된 돈육 수리미의 색깔이 선명하면서 밝은 것으로 나타났고 전체적인 기호성도 우수한 것으로 평가되었다.

### 감사의 글

본 연구는 산업자원부 지정 진주산업대학교 동물생명산업 지역협력연구센터의 연구비 지원에 의한 것으로 이에 감사드립니다.

### 참고문헌

- Acton, J. C. and Dick, R. L. (1984) Protein-protein interaction in processed meats. *Reciprocal Meat Conf. Proc.* **37**, 36-43.
- Antonomanlaki, R. E., Vareltzis, K. P., Georgakis, S. A., and Kaldrymidou, E. (1999) Thermal gelation properties of surimi-like material made from sheep meat. *Meat Sci.* **52**, 429-435.
- Ball, Jr. H. R. and Montejano, J. G. (1984) Composition of washed broiler thigh meat. *Poult. Sci.* **63**, 60 (Abstract).
- Bourne, M. C. (1968) Texture profiling of ripening pears. *J. Food Sci.* **33**, 223-226.
- Carroll, R. J. and Lee, C. M. (1981) Meat emulsions: Fine structure relationships and stability. *Scanning Electron Microscopy.* p. 447.
- Hennigar, C. J., Buck, E. M., Hultin, H. O., Peleg, M., and Vareltzis, K. (1989) Mechanical properties of fish and beef gels prepared with and without washing and sodium chloride. *J. Food Quality.* **12**, 155-166.
- Hickson, D. W., Dill, C. W., Morgan, R. G., Sseat, V. E., Suter, D. A., and Carpenter, Z. L. (1982) Rheological properties of two heat-induced protein gels. *J. Food Sci.* **47**, 783-785, 791.
- Huxley, H. E. (1963) Electron microscope studies on the structure of natural and synthetic protein filaments from striated muscle. *J. Mol. Biol.* **7**, 281-308.
- Ishioroshi, M., Kunihiko, S., and Isutomu, Y. (1979) Heat-induced gelation of myosin; factors of pH and salt concentrations. *J. Food Sci.* **44**, 1280-1284.
- Joo, S. T., Kauffman, R. G., Kim, B. C., and Park, G. B. (1995) The relationship between color and water-holding capacity in postrigor porcine longissimus muscle. *J. Muscle Foods.* **6**, 211-226.
- Kanner, J., Salan, M. A., Harel, S., and Shegalvich, I. (1991) Lipid peroxidation of muscle food: The role of cytosolic fraction. *J. Agri. and Food Chem.* **39**, 242-246.
- Kelleher, S. D. and Hultin, H. O. (1991) Lithium chloride as a preferred extractant of fish muscle proteins. *J. Food Sci.* **56**, 315-317.
- Lee, C. M. (1986) Surimi manufacturing and fabrication of surimi-based products. *Food Technol.* **40**, 115-124.
- Lanier, T. C. (1990) Interactions of muscle and nonmuscle proteins affecting heat-set gel rheology. In: *Macromolecular Interactions and Food Colloid Stability.* Parris, N. and Barford, R. A. (eds), ACS Symposium Series. pp. 268-284.
- Li-Chan, E., Nakai, S., and Wood, D. F. (1985) Relationship between functional (fat binding, emulsifying) and physicochemical properties of muscle proteins. Effects of heating, freezing, pH and species. *J. Food Sci.* **50**, 1034-1040.
- Mansfield, B. (2003) Fish, factory trawlers, and imitation crab: the nature of quality in the seafood industry. *J. Rural Studies*, **19**, 9-21.
- Matsumoto, J. J. and Noguchi, S. (1992) Cryostabilization of protein in surimi. In: *Lainer, T. C. and Lee, C. M. Editors. Surimi technology.* New York.: Marcel Dekker Inc. pp. 273-302.
- Nowsad, A. A. K. N., Kanoh, S., and Niwa, E. (2000) Thermal gelation characteristics of breast and thigh muscles of spent and broiler and their surimi. *Meat Sci.* **54**, 169-175.
- Osinchak, J. E., Hultin, H. O., Zajicek, O. T., Kelleher, S. D., and Huang, C. H. (1992) Effect of NaCl on catalysis of lipid oxidation by the soluble fraction of fish muscle. *Free Radical Biological Med.* **12**, 35-41.
- Pacheco-Aguilar, R. and Crawford, D. L. (1994) Potassium bromate effects on gel-forming ability of pacific whiting surimi. *J. Food Sci.* **58**, 786-791.
- Park, S., Brewer, M. S., Novakofski, J., Bechtel, P. J., and McKeith, F. K. (1996a) Process and characteristics for a surimi-like material made from beef or pork. *J. Food Sci.* **61**, 422-427.
- Park, S., Brewer, M. S., McKeith, F. K., Bechtel, P. J., and Novakofski, J. (1996b) Salt, cryoprotectants and preheating temperature effects on surimi-like material from beef or pork. *J. Food Sci.* **61**, 790-795.
- 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.

24. SAS (2001) The SAS program for window. Cary, NC: The SAS Institute, Inc, USA.
  25. Siegel, D. G. and Schmidt, G. R. (1979) Ionic, pH and temperature effects on the binding ability of myosin. *J. Food Sci.* **44**, 1686-1689.
  26. Srinivasan, S., Xiong, Y. L., and Decker, E. A. (1996) Inhibition of protein and lipid oxidation in beef heart surimi-like material by antioxidants and combinations of pH, NaCl, and Buffer type in the washing media. *J. Agric. Food Chem.* **44**, 119-125.
  27. Trevino, B. and Morrissey, M. (1990) The effect of pH on salted and no-salt surimi gels Proc. of the 15th Annual Conf. : Tropical and subtropical fisheries technology Conf.: 1990. Dec 2-5: Orlando, a. Gainesville FL. Florida sea grant program. pp. 430-434.
  28. Varnam, A. H. and Sutherland, J. P. (1995) Uncooked, comminuted and re-formed meat products. In Meat and meat products, technology, chemistry and microbiology. Chapman and Hall.
  29. Wimmer, M. P., Sebranek, J. G., and McKeith, F. K. (1993) Washed mechanically separated pork as a surimi-like meat-product ingredient. *J. Food Sci.* **58**, 254-258.
  30. Winger, R. J. and Pope, C. G. (1981) Osmotic properties of post-rigor beef muscle. *Meat Sci.* **5**, 355-369.
  31. Xiong, Y. L. and Blanchard, S. P. (1994) Myofibrillar protein gelation: viscoelastic changes related to heating procedures. *J. Food Sci.* **59**, 734-737.
  32. Yang, T. S. and Froning, G. W. (1992) Selected washing processes affect thermal gelation properties and microstructure of mechanically deboned chicken meat. *J. Food Sci.* **57**, 325-329.
  33. Yasui, T., Ishioroshi, M., and Samejima, K. (1982) Effect of actomyosin on heat-induced gelation of myosin. *J. Agric. Biol. Chem.* **46**, 1049-1059.
- 
- (2005. 3. 14. 접수 ; 2006. 1. 2. 채택)