

NaCl 첨가량에 따른 돈육 유화물의 이화학적 특성

박신영 · 김학연

공주대학교 동물자원학과

Effects of NaCl Concentration on Physicochemical Properties of Pork Emulsion

Sin-Young Park and Hack-Youn Kim

Department of Animal Resource Science, Kongju National University

ABSTRACT This study was conducted to investigate the effects of NaCl concentration on the physicochemical properties of pork emulsion. Pork emulsion was produced containing 0% (control), 0.3%, 0.6%, 0.9%, 1.2%, and 1.5% NaCl. Proximate composition of pork emulsion containing 1.5% NaCl showed the highest moisture content ($P<0.05$). The ash contents of pork emulsion increased with an increase in NaCl, and protein contents decreased with increasing NaCl concentration. The pH levels of uncooked pork emulsion containing 0.9%, 1.2%, and 1.5% NaCl were lower than those of other treatments ($P<0.05$), and the pH level of cooked pork emulsion containing NaCl was lower than that of the control ($P<0.05$). The CIE L^* value of the uncooked pork emulsion samples containing NaCl was higher than that of the control ($P<0.05$), whereas CIE a^* and CIE b^* values of samples with NaCl were lower than the control ($P<0.05$). CIE L^* and CIE b^* values of cooked pork emulsion decreased with an increase in NaCl level, and CIE a^* value increased with increasing NaCl concentration ($P<0.05$). Viscosity of the pork emulsion increased with an increase in NaCl. Texture profile analysis of pork emulsion containing NaCl showed no significant difference in springiness or cohesiveness ($P>0.05$). Pork emulsion containing 1.5% NaCl showed the highest hardness, gumminess, and chewiness ($P<0.05$). These results suggest that pork emulsion containing 0.9% and 1.2% NaCl can be used as a low-salt meat product.

Key words: NaCl, low salt, pork, emulsion, sausage

서 론

소득수준이 증가함에 따라 식문화가 서구화되어 식육가공품의 소비도 증가하는 추세이다(1). 또한 웰빙(well-being) 트렌드와 접목하여 건강한 먹거리를 요구하고 있으며, 주로 기능성을 갖춘 육제품과 저염 제품의 개발이 주류를 이루고 있다(2).

모든 식육가공제품에는 필수적으로 NaCl이 첨가된다. NaCl은 육가공제품의 염지육색과 풍미를 발현시키는 역할을 하며(3), 육제품의 관능적 특성을 증진하고 염용성 단백질을 추출하여 준다(4). 또한 NaCl의 첨가 수준이 향상함에 따라 수분활성도가 감소하여 미생물의 증식을 억제하고 저장성을 증진하며, 염용성 단백질 추출에 따른 지방과 수분의 유화력을 증가시켜 보수력이 증진된다(5,6). 그러나 NaCl의 과다섭취에 따라 고혈압, 뇌졸중, 신장기능 저하, 골다공증,

위암 등의 유해성이 제기되었다(7).

소비자들은 식육가공제품을 소비하는 데 있어 건강한 식습관을 유지하고자 한다(8). 이에 따라 바른 먹거리를 찾기 위해 기능성 육제품과 저지방·저염 육제품의 개발을 추구하고 있다(9). 이러한 소비자 요구에 발맞추어 많은 연구자는 NaCl을 KCl, K-lactate, glycine 등으로 대체하여 나트륨 함량을 낮춘 식육제품에 관한 연구를 진행하였으며(10,11), 소금과 아질산염 첨가 수준에 따른 건조발효 햄의 이화학적 특성 분석, 저염 육제품 개발을 위한 염 농도 수준과 인산염 첨가 수준에 따른 돈육 패티의 품질 특성 연구, 지방 함량과 염 첨가 수준에 따른 프랑크푸르트 소시지의 개발 등 NaCl 농도를 낮추기 위한 연구가 선행되었다(4,5,12,13). 그러나 일부 식육제품에서는 NaCl의 첨가량을 줄이거나 대체하여 식육가공품을 제조할 경우 조직감, 풍미, 가열감량 등의 품질 특성이 저하되었다고 하였다(6). 이러한 NaCl 첨가 함량에 따른 다양한 육제품의 이화학적 품질 특성을 규명한 연구는 선행되었으나, 식육가공에 보편적으로 사용되는 돈육 후지를 이용한 돈육 유화물의 NaCl 농도에 따른 이화학적 품질 특성에 관한 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 아질산염이 6,000 ppm 혼합된

Received 9 December 2015; Accepted 23 March 2016

Corresponding author: Hack-Youn Kim, Department of Animal Resource Science, Kongju National University, Yesan, Chungnam 32439, Korea

E-mail: kimhy@kongju.ac.kr, Phone: +82-41-330-1041

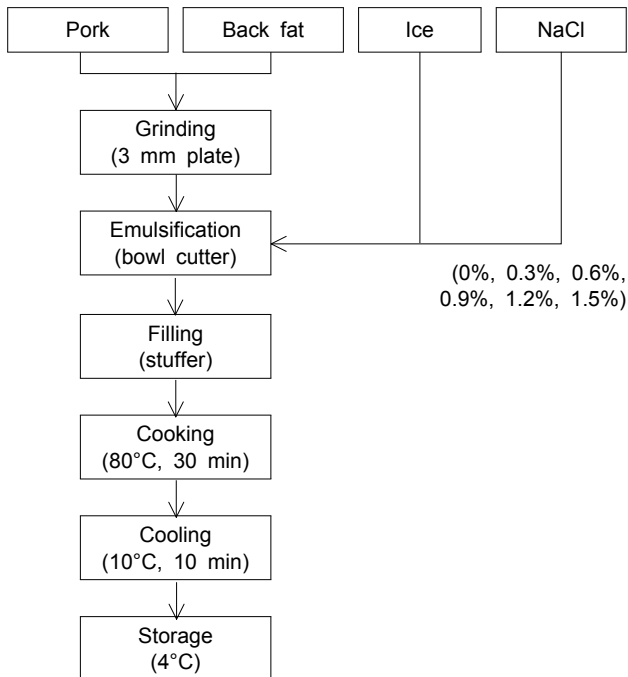


Fig. 1. The diagram of pork emulsion manufacturing.

NaCl(NaCl 99.4%, nitrite 0.6%)의 첨가량에 따른 돈육 유화물의 이화학적 특성을 조사하여 저염 소시지 개발에 기초 자료로 이용하고자 실시하였다.

재료 및 방법

공시재료 및 돈육 유화물 제조

본 실험에 사용된 돈육 유화물의 제조방법은 Fig. 1에 나타내었다. 돈육은 도축 후 24시간이 경과된 냉장 돈육 후지(Hongjumeat, Chungnam, Korea)를 사용하였다. 돈육과 등지방을 각각 3 mm plate를 장착한 grinder(PA-82, Mainca, Barcelona, Spain)를 이용하여 분쇄하였으며, bowl cutter(K-30, Talsa, Valencia, Spain)를 이용하여 원료육(60%)과 등지방(20%), 빙수(20%)를 세절하면서 각기 전체 중량에 대해 6,000 ppm의 아질산염이 혼합된 NaCl(NaCl 99.4%, nitrite 0.6%; Hanju, Ulsan, Korea)을 대조구는 첨가하지 않았고(control: 0%), 처리구들은 0.3%, 0.6%, 0.9%, 1.2%, 1.5%를 추가로 첨가하여 소시지 유화물을 제조한 후(Table 1), 충전기(EM-12, Mainca)를 이용하여 천연 돈

장에 충전하였다. 충전한 유화물은 80°C chamber(10.10 ESI/SK, Alto-Shaam, Menomonee Falls, WI, USA)에서 30분간 가열한 후 10°C에서 30분간 냉각하였다.

일반성분 측정

일반성분 정량은 AOAC법(14)에 따라 조단백질 함량은 Kjeldahl법, 조지방 함량은 Soxhlet법, 수분 함량은 105°C 상압건조법, 조회분 함량은 직접회화법으로 분석하였다.

pH 측정

pH는 시료 4 g을 채취하여 증류수 16 mL와 혼합한 후 ultra turrax(HMZ-20DN, Pooglim Tech, Seongnam, Korea)를 사용하여 8,000 rpm에서 1분간 균질한 다음 유리전극 pH meter(Model S220, Mettler-Toledo, Schwerzenbach, Switzerland)를 사용하여 측정하였다.

색도 측정

가열 전후의 안쪽 단면을 colorimeter(CR-10, Minolta, Tokyo, Japan)를 사용하여 명도(lightness)를 나타내는 CIE L* 값과 적색도(redness)를 나타내는 CIE a* 값, 황색도(yellowness)를 나타내는 CIE b* 값을 측정하였다. 이때의 표준색은 CIE L* 값이 +97.83, CIE a* 값이 -0.43, CIE b* 값이 +1.98인 백색 표준판을 사용하였다.

보수력 측정

Filter paper press 법(15)을 응용하여 특수 제작된 plexiglass plate 중앙에 여과지(Whatman No. 2, Whatman™, Buckinghamshire, UK)를 놓고 시료 300 mg을 취하여 그 위에 놓은 다음 plexiglass plate 1개를 그 위에 포개 놓은 후, 일정한 압력으로 3분간 압착시켰다. 이후 여과지를 꺼내어 고기 육편이 묻어 있는 부분의 면적과 수분이 젖어 있는 부분의 총면적을 planimeter(MT-10S, MT Precision Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다.

가열수율 측정

가열 전 시료의 무게와 가열 후 방랭이 완료된 시료의 무게를 측정하여 가열수율을 계산한 다음 %로 산출하였다.

$$\text{가열수율(\%)} = \frac{\text{가열 후 무게(g)}}{\text{가열 전 무게(g)}} \times 100$$

Table 1. Formulation of pork emulsion formulated with various levels of NaCl

Ingredients (%)		NaCl (%)					
		0 (control)	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5
Main	Meat	60	60	60	60	60	60
	Back fat	20	20	20	20	20	20
	Ice	20	20	20	20	20	20
Additive	NaCl	—	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5

점도 측정

돈육 유화물의 점도는 회전식점도계(Merlin VR, Rheo-sys, Hamilton, NJ, USA)를 사용하여 측정하였다. 30 mm parallel plate에 2 mm gap을 장착하여 25°C에서 head speed 20 rpm으로 설정하여 54초간 측정하였다.

물성 측정(texture profile analysis, TPA)

시료의 물성은 texture analyzer(TA 1, Lloyd, Largo, FL, USA)를 이용하여 측정하였다. 가열된 시료를 2.5×2.5×2 cm(가로×세로×높이)의 크기로 준비하여 상온에서 측정하였다. 분석조건은 25 mm cylinder probe를 장착하여 pre-test speed 2.0 mm/s, post-test speed 5.0 mm/s, maximum load 2 kg, head speed 2.0 mm/s, distance 8.0 mm, force 5 g로 설정하였다. 측정된 경도(hardness, kg), 탄력성(springiness) 및 응집성(cohesiveness)을 기록하였고, 이를 이용하여 겹성(gumminess, kg)과 씹음성(chewiness, kg)을 산출하였다.

통계처리

실험의 결과는 3회 이상 반복실험을 하여 평가되었다. 이후 통계처리 프로그램 SAS(version 9.3 for window, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 이용하여 결과를 평균값과 표준편차로 나타내었으며, ANOVA, Duncan's multiple range test로 각각의 특성에 대해 유의적인 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

일반성분 분석

Table 2는 NaCl 첨가량에 따른 돈육 유화물의 일반성분을 분석한 결과이다. 수분 함량은 NaCl 1.5% 첨가구가 NaCl 1.2%를 제외한 다른 처리구들과 대조구에 비해 유의적으로 가장 높은 값을 가졌으며($P<0.05$), NaCl 1.5% 첨가구를 제외한 다른 처리구들 간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러나 Kim 등(16)은 돈육 유화물의 NaCl 첨가량이 높은 처리구가 수분 함량이 가장 낮았다고 하였으며, Jiménez-colmenero 등(17) 또한 저지방 돈육 유화물의 수분 함량이 고염 처리구(2.5% NaCl)가 저염 처리구(1.5% NaCl)보다 낮은 수분 함량을 가진다고 하였고, 건조발효 소시지의 경우 염 농도에 따른 수분 함량의 유의적인 차이가 없다고 하여 본 연구와 다른 결과를 나타내었다(18). 이러한 결과는 Ruusunen과 Puolanne(6)에 따르면 NaCl의 첨가는 염용성 단백질을 추출하며 액틴과 마이오신을 팽윤시켜 보수력을 증가시킨다고 하여 수분 함량이 증가한 것으로 판단된다. 회분 함량은 NaCl 첨가율이 증가할수록 상승하는 추세를 보였으며($P<0.05$), 단백질 함량은 NaCl 첨가에 따라 감소하는 경향을 나타내었다($P<0.05$). 이러한 차이는 육 유화물의 전체 함량 중 수분 함량이 증가한 만큼 단백질 함량이 낮아진 것으로 생각한다.

pH, 색도 측정

NaCl 첨가량에 따른 돈육 유화물의 pH와 색도 측정 결과는 Table 3과 같다. pH는 가열 전 5.92~5.97 범위를 나타내

Table 2. Proximate composition of pork emulsion formulated with various levels of NaCl

Traits (%)	NaCl (%)					
	0 (control)	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5
Moisture	55.39±0.49 ^b	55.45±0.99 ^b	56.65±0.21 ^b	56.93±0.07 ^b	57.56±0.52 ^{ab}	59.74±1.46 ^a
Protein	18.96±0.29 ^a	16.63±0.29 ^b	16.56±0.35 ^b	15.46±0.29 ^c	15.17±0.01 ^c	14.88±0.29 ^c
Fat	29.04±3.12	33.85±0.71	38.00±1.00	34.21±3.21	35.59±3.43	33.64±4.42
Ash	0.83±0.07 ^d	0.88±0.04 ^d	1.15±0.04 ^c	1.70±0.25 ^b	1.77±0.10 ^b	2.07±0.05 ^a

All values are mean±SD.

Means in the same row with different letters (a-d) are significantly different ($P<0.05$).

Table 3. pH and color of pork emulsion formulated with various levels of NaCl

Traits		NaCl (%)						
		0 (control)	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	
pH	Uncooked	5.97±0.01 ^a	5.96±0.02 ^a	5.95±0.02 ^a	5.92±0.01 ^b	5.92±0.01 ^b	5.92±0.01 ^b	
	Cooked	6.20±0.02 ^a	6.18±0.01 ^b	6.18±0.01 ^b	6.16±0.01 ^c	6.17±0.01 ^b	6.17±0.01 ^b	
Color	Uncooked	CIE L [*]	73.36±0.26 ^b	75.55±0.05 ^a	75.55±0.05 ^a	74.83±1.19 ^a	74.67±0.31 ^a	75.55±0.11 ^a
		CIE a [*]	7.49±1.03 ^a	3.80±0.29 ^b	4.40±0.08 ^b	4.43±0.71 ^b	4.34±0.40 ^b	4.50±0.32 ^b
		CIE b [*]	11.78±0.37 ^a	10.63±0.45 ^b	10.53±0.25 ^b	10.63±0.37 ^b	10.52±0.58 ^b	10.68±0.23 ^b
	Cooked	CIE L [*]	78.22±0.27 ^a	77.70±0.10 ^b	77.63±0.16 ^{bc}	77.27±0.17 ^c	76.07±0.78 ^d	75.97±0.15 ^d
		CIE a [*]	3.52±0.12 ^f	4.18±0.14 ^e	4.47±0.08 ^d	4.80±0.04 ^c	6.13±0.24 ^b	6.53±0.06 ^a
		CIE b [*]	10.96±0.05 ^a	10.13±0.10 ^b	9.80±0.07 ^c	9.97±0.07 ^{bc}	8.87±0.20 ^d	8.40±0.12 ^c

All values are mean±SD.

Means in the same row with different letters (a-f) are significantly different ($P<0.05$).

었으며, 가열 후 6.16~6.20을 나타내었다. 가열 전 pH는 NaCl 0.9~1.5% 첨가구가 유의적으로 낮았으며($P<0.05$), 가열 후에는 모든 NaCl 처리구가 대조구에 비해 유의적으로 낮은 pH를 나타내었다($P<0.05$). Arnau 등(19)은 건염햄 제조 시 염 첨가량에 따른 pH의 유의적인 차이가 없다고 하였으며, Kim 등(20)은 닭 가슴살육에 염 첨가량이 많아질수록 pH가 증가한다고 하여 본 연구 결과와 달랐으나, 미역분말을 첨가한 저지방 돈육 유화물 제조 시 염 농도가 높아질수록 가열 전후 pH가 감소한다고 하였다(16). 또한 인산염 무첨가 프랑크푸르트 소시지 제조 시 염 첨가량이 증가함에 따라 pH가 낮아진다는 보고(21)와 돈육소시지 제조 시 NaCl 첨가량이 증가할수록 pH가 감소한다는 연구와 일치하였다(22). 이는 NaCl로 인해 육단백질의 근절 사이에 있는 굵은 필라멘트를 약화해 수소이온이 방출됨에 따라 pH가 저하되기 때문이다(22). NaCl 첨가량에 따른 돈육 유화형 소시지의 가열 전 명도는 모든 NaCl 처리구가 대조구에 비해 유의적으로 높은 수치를 나타내었으며($P<0.05$), 적색도와 황색도는 대조구에 비해 유의적으로 낮은 수치를 나타내었다($P<0.05$). 가열 후 명도와 황색도는 NaCl 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었으며, 적색도는 증가하는 추세를 보였다. Gimeno 등(18)은 건조발효 소시지 제조 시 염 첨가량이 높은 처리구에서 명도가 높은 수치를 나타내었다고 하였으며, Hand 등(23)은 저지방 프랑크푸르트 소시지 제조 시 염 첨가량에 따른 적색도가 처리구 간에 유의적인 차이가 없다고 하여 본 연구와 다른 결과를 나타내었다. 그러나 이러한 결과는 NaCl에 포함된 아질산염에 의해 육색소인 myoglobin이 선홍색을 띠는 nitrosomyoglobin으로 형성됨에 따라 색이 발현되었다고 생각한다(24).

보수력, 가열수율 측정

NaCl 첨가량에 따른 돈육 유화물의 보수력과 수율 측정 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 보수력은 대조구와 NaCl 0.3%, 0.6% 첨가구는 다른 처리구에 비해 유의적으로 낮았으며

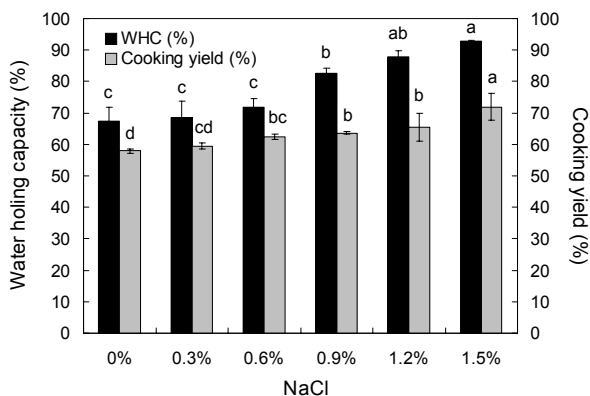


Fig. 2. Water holding capacity and cooking yield of pork emulsion formulated with various levels of NaCl. Means in the same item with different letters (a-d) are significantly different ($P<0.05$).

($P<0.05$), NaCl 0.9% 처리구부터 높아지는 경향을 보였다. Puolanne 등(22)은 NaCl 첨가가 육 유화물의 보수력에 직접적인 영향을 미치며, NaCl 첨가량이 증가할수록 보수력이 향상한다고 하였다. 또한 Kim 등(20)은 닭 가슴살육에 염 첨가량이 증가할수록 보수력이 향상한다고 하여, 육단백질에 NaCl이 첨가되었을 때 보수력이 상승한 본 연구 결과와 일치하였다. 이러한 결과는 소금이 육단백질의 myofibril을 팽윤시키며, 이에 따라 육단백질 내의 수분을 보유할 수 있는 공간이 확보되어 보수력이 향상하기 때문이다(6). 가열수율은 NaCl 첨가량이 증가할수록 상승하는 경향을 나타내었으며, Kim 등(20)은 닭고기 유화물 제조 시 염 첨가량이 많아질수록 가열감량이 감소한다고 하여 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다. 또한 Ruusunen과 Puolanne(6) 및 Ruusunen 등(25)은 패티와 보로나 소시지(bologna sausage) 제조 시 염 첨가량이 높은 처리구가 가열감량이 낮았다고 하여 같은 결과를 나타내었다. 유화형 육제품에 사용되는 유화물은 수분과 지방, 단백질이 결합하여 안정된 형태를 이룬 것이다(26). 이는 프랑크푸르트 소시지 제조 시 NaCl 첨가량이 증가함에 따라 수분과 지방 결합력이 높아졌다는 보고에 따라(21), NaCl 첨가량이 높은 처리구의 유화 안정성이 높은 수준을 유지하여 가열 시 감량이 감소한 것으로 생각한다. 또한 보수력과 가열수율은 상관관계가 있으며, 보수력이 높은 처리구가 수분을 많이 보유할 수 있으므로 가열수율 또한 높은 수치를 가지게 된 것으로 판단된다.

점도, 물성 측정

NaCl 첨가량에 따른 돈육 유화물의 점도는 Fig. 3에 나타내었으며, 실험에 사용된 시료인 돈육 유화물은 비 뉴턴유체 중 곡선 형태를 나타내는 유동 곡선을 가진다(27). 돈육 유화물의 점도 측정 결과 NaCl 첨가량이 많아질수록 상승하는 경향을 나타내었다. NaCl 1.2%, 1.5% 처리구가 69.60~71.41 Pa·s로 대조구와 다른 처리구에 비해 높은 점도를 나타내었으며, 대조구와 NaCl 0.3% 처리구가 51.13~51.61 Pa·s로 낮은 점도를 나타내었다. 이와 유사한 연구사례로

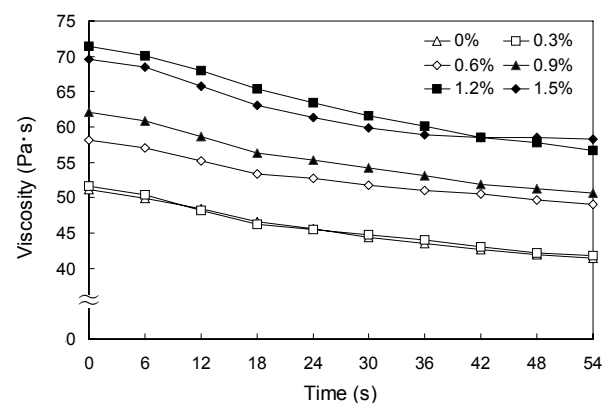


Fig. 3. Viscosity of pork emulsion formulated with various levels of NaCl.

Table 4. Texture properties of pork emulsion formulated with various levels of NaCl

Traits	NaCl (%)					
	0 (control)	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5
Hardness (kg)	0.22±0.03 ^b	0.23±0.03 ^b	0.23±0.01 ^b	0.23±0.03 ^b	0.24±0.01 ^b	0.27±0.03 ^a
Springiness	0.91±0.04	0.91±0.03	0.91±0.03	0.87±0.05	0.90±0.03	0.89±0.05
Cohesiveness	0.31±0.06	0.30±0.06	0.30±0.04	0.31±0.06	0.32±0.05	0.36±0.08
Gumminess (kg)	0.07±0.01 ^b	0.07±0.02 ^b	0.07±0.01 ^b	0.07±0.02 ^b	0.08±0.01 ^b	0.10±0.03 ^a
Chewiness (kg)	0.06±0.01 ^b	0.06±0.01 ^b	0.06±0.01 ^b	0.06±0.02 ^b	0.07±0.01 ^{ab}	0.09±0.03 ^a

All values are mean±SD.

Means in the same row with different letters (a,b) are significantly different ($P<0.05$).

저지방 돈육 유화물 제조 시 염 농도가 높은 처리구에서 점도가 증가한다고 보고된 바 있으며(16), 염 첨가량이 낮은 처리구는 질감이 약해져 가열온도가 67°C를 넘게 되면 구조가 파괴된다고 하였다(28). Table 4는 NaCl 첨가량에 따른 돈육 유화형 소시지의 경도, 탄력성, 응집성, 검성, 씹음성을 나타내었다. 탄력성과 응집성은 대조구와 처리구 간에 유의적인 차이가 없었으며($P>0.05$), 경도와 검성, 씹음성은 NaCl 1.5% 처리구가 대조구와 다른 처리구에 비해 유의적으로 높은 값을 나타내었다($P<0.05$). 이와 유사한 연구사례로 분쇄형과 유화형 육제품 제조 시 염 농도가 높은 처리구의 경도가 높은 수치를 나타내었다고 하였다(16,20,28). 또한 프랑크푸르트 소시지, 건조발효 소시지, 보로나 소시지 제조 시 염 농도가 낮거나 KCl, CaCl₂ 등으로 대체된 유화물은 조직감의 변화를 가져와 염 농도가 높은 처리구는 경도 및 전단력을 상승시키는 결과를 나타내었다고 보고된 바 있다(13,18,23,29). 또한 Kim 등(20)은 염 첨가량이 증가할수록 단백질 용해도가 증가한다고 하였다. 따라서 NaCl은 결합력을 상승시켜 육 유화물 간의 결합이 향상되어 조직감이 증가한 것으로 판단된다.

요 약

본 연구는 돈육 유화물을 저염 육제품 개발의 기초자료로 활용하고자 돈육 유화물 제조 시 NaCl 첨가량에 따른 이화학적 특성을 조사하였고, 처리구별로 돈육 유화물 제조 시 NaCl 첨가량을 0%, 0.3%, 0.6%, 0.9%, 1.2%, 1.5% 첨가하여 6개의 처리구로 분류하여 제조하였다. 수분 함량은 NaCl 1.5% 첨가구가 대조구와 다른 처리구들에 비해 유의적으로 높은 값을 가졌다($P<0.05$). 회분 함량은 NaCl 첨가율이 증가할수록 상승하는 추세를 보였으며, 단백질 함량은 NaCl 첨가에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 가열 전 pH는 NaCl 0.9%, 1.2%, 1.5% 첨가구가 유의적으로 낮았으며($P<0.05$), 가열 후에는 모든 NaCl 첨가구가 대조구에 비해 유의적으로 낮은 pH를 나타내었다($P<0.05$). 색도 측정 결과 가열 전 명도는 모든 NaCl 처리구가 대조구에 비해 유의적으로 높은 수치를 나타내었으며($P<0.05$), 적색도와 황색도는 대조구에 비해 유의적으로 낮은 수치를 나타내었다($P<0.05$). 가열 후 명도와 황색도는 NaCl 첨가량이 증가할

수록 감소하는 경향을 나타내었으며, 적색도는 증가 추세를 보였다. 보수력과 가열수율은 NaCl 첨가량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였으며, 0.9% 처리구부터 유의적으로 높은 값을 나타내었다($P<0.05$). 점도는 NaCl 1.2%, 1.5% 처리구가 69.60~71.41 Pa·s로, 대조구와 NaCl 0.3% 처리구의 51.13~51.61 Pa·s보다 높은 점도를 가진 것으로 나타내었다. 물성 측정 결과 탄력성과 응집성은 대조구와 처리구 간에 유의적인 차이가 없었으며($P>0.05$), 경도와 검성, 씹음성은 NaCl 1.5% 처리구가 대조구와 다른 처리구보다 유의적으로 높은 수치를 나타내었다($P<0.05$). 이상의 연구 결과를 종합하면 돈육 유화물에 NaCl이 저염 수준인 0.9~1.2% 첨가되었을 때 NaCl 1.5% 첨가구와 이화학적으로 유사한 특성이 있는 것으로 나타나 돈육 유화물을 이용한 저염 육제품 제조 시 염 농도를 0.9%, 1.2% 첨가하는 것이 바람직할 것으로 생각한다.

REFERENCES

1. Korea Meat Industries Association. Information of meat products sales statistics. http://www.kmia.or.kr/infocenter/Catal_02.html (accessed Nov 2015).
2. Kim HC, Kim MR. 2005. Consumer attitudes towards food additives. *J East Asian Soc Dietary Life* 15: 126-135.
3. Cho IC, Bratzler LJ. 1970. Effect of sodium nitrite on flavor of cured pork. *J Food Sci* 35: 668-670.
4. Seong PN, Kim JH, Cho SH, Lee CH, Kang DW, Hah KH, Lim DG, Park BY, Kim DH, Lee JM, Ahn CN. 2008. The effects of salt and NaNO₂ on physico-chemical characteristics of dry-cured ham. *Korean J Food Sci Ani Resour* 28: 493-498.
5. Andres AI, Ventanas S, Ventanas J, Cava R, Ruiz J. 2005. Physicochemical changes throughout the ripening of dry cured hams with different salt content and processing conditions. *Eur Food Res Technol* 221: 30-35.
6. Ruusunen M, Puolanne E. 2005. Reducing sodium intake from meat products. *Meat Sci* 70: 531-541.
7. de Wardener HE, Macgregor GA. 2002. Harmful effects of dietary salt in addition to hypertension. *J Hum Hypertens* 16: 213-223.
8. Grunert KG. 2006. Future trends and consumer lifestyles with regard to meat consumption. *Meat Sci* 74: 149-160.
9. Desmond E. 2006. Reducing salt: a challenge for the meat industry. *Meat Sci* 74: 188-196.
10. Moon SS, Kim YT, Jin SK, Kim IS. 2008. Effects of sodium chloride, potassium chloride, potassium lactate and calcium

- ascorbate on the physico-chemical properties and sensory characteristics of sodium-reduced pork patties. *Korean J Food Sci Ani Resour* 28: 567-573.
11. Gelabert J, Gou P, Guerrero L, Arnau J. 2003. Effect of sodium chloride replacement on some characteristics of fermented sausages. *Meat Sci* 65: 833-839.
 12. Ruusunen M, Vainionpää J, Lyly M, Lähteenmäki L, Niemistö M, Ahvenainen R, Puolanne E. 2005. Reducing the sodium content in meat products: The effect of the formulation in low-sodium ground meat patties. *Meat Sci* 69: 53-60.
 13. Matulis RJ, Mckeith FK, Sutherland JW, Brewer MS. 1995. Sensory characteristics of frankfurters as affected by fat, salt, and pH. *J Food Sci* 60: 42-47.
 14. AOAC. 1990. *Official methods of analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. p 777-788.
 15. Grau R, Hamm R. 1953. Eine einfache methode zur bestimmung der wasserbindung im muskel. *Naturwissenschaften* 40: 29-30.
 16. Kim CJ, Hwang KE, Song DH, Jeong TJ, Kim HW, Kim YB, Jeon KH, Choi YS. 2015. Optimization for reduced-fat/low-NaCl meat emulsion systems with sea mustard (*Undaria pinnatifida*) and phosphate. *Korean J Food Sci An* 35: 515-523.
 17. Jiménez-Colmenero F, Fernández P, Carballo J, Fernández-Martín F. 1998. High-pressure-cooked low-fat pork and chicken batters as affected by salt levels and cooking temperature. *J Food Sci* 63: 656-659.
 18. Gimeno O, Astiasarán I, Bello J. 2001. Calcium ascorbate as a potential partial substitute for NaCl in dry fermented sausages: effect on colour, texture and hygienic quality at different concentrations. *Meat Sci* 57: 23-29.
 19. Arnau J, Guerrero L, Sárraga C. 1998. The effect of green ham pH and NaCl concentration on cathepsin activities and the sensory characteristics of dry-cured hams. *J Sci Food Agric* 77: 387-392.
 20. Kim HW, Hwang KE, Song DH, Kim YJ, Ham YK, Yeo EJ, Jeong TJ, Choi YS, Kim CJ. 2015. Effect of pre-rigor salting levels on physicochemical and textural properties of chicken breast muscles. *Korean J Food Sci An* 35: 577-584.
 21. Ruusunen M, Vainionpää J, Puolanne E, Lyly M, Lähteenmäki L, Niemistö M, Ahvenainen R. 2003. Physical and sensory properties of low-salt phosphate-free frankfurters composed with various ingredients. *Meat Sci* 63: 9-16.
 22. Puolanne EJ, Ruusunen MH, Vainionpää JI. 2001. Combined effects of NaCl and raw meat pH on water-holding in cooked sausage with and without added phosphate. *Meat Sci* 58: 1-7.
 23. Hand LW, Hollingsworth CA, Calkins CR, Mandigo RW. 1987. Effects of preblending, reduced fat and salt levels on frankfurter characteristics. *J Food Sci* 52: 1149-1151.
 24. Honikel KO. 2008. The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. *Meat Sci* 78: 68-76.
 25. Ruusunen M, Vainionpää J, Puolanne E, Lyly M, Lähteenmäki L, Niemistö M, Ahvenainen R. 2003. Effect of sodium citrate, carboxymethyl cellulose and carrageenan levels on quality characteristics of low-salt and low-fat bologna type sausages. *Meat Sci* 64: 371-381.
 26. Whiting RC. 1984. Stability and gel strength of frankfurter batters made with reduced NaCl. *J Food Sci* 49: 1350-1354.
 27. Kim HY, Lee ES, Jeong JY, Choi JH, Choi YS, Han DJ, Lee MA, Kim SY, Kim CJ. 2010. Effect of bamboo salt on the physicochemical properties of meat emulsion systems. *Meat Sci* 86: 960-965.
 28. Barbut S, Mittal GS. 1990. Effect of heating rate on meat batter stability, texture and gelation. *J Food Sci* 55: 334-337.
 29. Seman DL, Olson DG, Mandigo RW. 1980. Effect of reduction and partial replacement of sodium on bologna characteristics and acceptability. *J Food Sci* 45: 1116-1121.