



소금과 Glucono- δ -Lactone의 첨가 및 초고압 처리가 재구성 돈육의 이화학적 특성에 미치는 효과

홍근표 · 박성희 · 김지연 · 고세희 · 민상기*
건국대학교 축산식품생물공학전공

Effects of Salt, Glucono- δ -Lactone and High Pressure Treatment on Physico-Chemical Properties of Restructured Pork

Geun-Pyo Hong, Sung-Hee Park, Jee-Yeon Kim, Se-Hee Ko, and Sang-Gi Min*
Department of Food Science and Biotechnology of Animal Resources, Konkuk University

Abstract

This study investigated the effect of salt and glucono- δ -lactone (GdL) on the cold-set binding of restructured pork washed and pressurized at 200 MPa. Binding strength, pH, water holding capacity (WHC) and color were determined. NaCl improved pH, WHC and binding strength. GdL also increased binding strength while decreased WHC and pH significantly ($p < 0.05$). However, low GdL level combined with NaCl showed high pH and WHC, compared to control. In color, NaCl decreased L*-value with increasing a*-value significantly ($p < 0.05$). In contrast to NaCl, GdL increased L*-value and decreased a*-value. GdL tended to decrease b*-value and significant differences were found when GdL was added above 1%. Pearson's correlation coefficients presented that NaCl had a significant effect on binding strength (0.6632) and lightness (-0.7330) while GdL had a significant correlation with all parameters barring binding strength. The results indicated that under washing and pressure treatments, GdL had a potential effect on cold-set binding with reducing NaCl concentration, especially when low GdL concentration combined with NaCl was added.

Key words : glucono- δ -lactone, salt, cold-set, restructured meat, binding

서 론

재구성 육제품에서 육괴간의 결합력은 열적(hot-set) 또는 화학적(cold-set) 겔 형성을 통하여 이루어진다. 많은 cold-set 재구성 육 제조방법이 보고되었지만 전통적으로 재구성육은 hot-set binding에 의하여 제조된다(Boles and Shand, 1998). 기계적 교반 중 소금 및 인산염의 첨가는 hot-set 겔화를 위한 myofibrillar 단백질의 추출을 촉진한다. 비록 전통적인 myosin의 hot-set 겔화 기작은 가열상태에서 재구성 육제품에 적당한 결합력을 부여할 수 있지만, 이러한 시스템은 비

가열 처리된 육괴를 결합시키지 못한다(Means and Schmidt, 1986). 또한 hot-set 재구성 육제품은 최종 구매자들에게 바람직하지 않은 육색을 나타내며(Hunt and Kropf, 1987), 가열, 냉각 이후 재가열처리에 의한 산패취 발생(Gray and Pearson, 1987) 등의 문제가 보고되고 있다. 이외에도 재구성 육제품은 실제의 육과 유사한 조직감을 얻기 위한 목적으로 육괴의 크기가 다른 육제품보다 더 크고, 따라서 큰 육괴간의 결합을 위하여 2% 이상의 소금이 첨가된다. 이러한 고농도의 소금 첨가 또한 변색이나 산패취 발생 등의 품질 저하 가능성 및 건강에 대한 관심 고조로 인한 소비자의 구매를 제한한다(Chen and Trout, 1991). 결국 소금의 함량을 줄이면서 cold-set이 가능하다면 재구성육의 가치를 더욱 향상시킬 것으로 사료된다.

현재 cold-set binding은 주로 transglutaminase(TGase)의 첨가에 의한 효과가 보고되고 있지만 이는 다소 높은 온도에서만

* Corresponding author : Sang Gi Min, Department of Food Science and Biotechnology of Animal Resources, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea. Tel: 82-2-450-3680, Fax: 82-2-455-1044, E-mail: foodeng301@paran.com

효과가 있고 냉장온도에서는 효과가 없다고 보고되었다(Nielsen *et al.*, 1995). 또한 TGase에 의한 결착강도는 염농도의 증가에 의하여 증가하였고, 염농도를 낮출 경우 카제인의 첨가에 의한 효과가 보고되었다(Kuraishi *et al.*, 1997). 이러한 TGase의 첨가 이외에 algin/calcium의 첨가에 의한 cold-set 기법이 많이 연구되고 있다(Boles and Shand, 1988; Clarke *et al.*, 1988). 그러나 이들의 첨가만으로는 가열처리 전 세절 등의 조작이 충분한 결착강도를 얻기 어려워서 냉동 처리가 병용된다(Sheard, 2002). 이러한 냉동처리는 육즙 손실에 따른 금전적 손실을 발생시키며, 해동과정에 의한 가공 시간의 증가를 야기시킨다. 그러나 cold-set 결착제로서 carrageenan의 사용은 낮은 결착강도를 보완시킬 수 있다. 다른 다당류들과는 달리 carrageenan은 첨가량의 증가에 따른 단백질간의 작용의 방해를 야기하지 않고(Pérez-Mateos and Montero, 2000), 단백질 겔의 내부 소포체에서 연속적인 매트릭스를 형성하여 겔 강도를 증가시킨다(Montero *et al.*, 2000).

식품의 보존 및 기능적 특성의 변화를 위한 초고압의 응용이 많이 연구되고 있고, 이미 일부 식품의 제조분야에서 사용되고 있다(Montero *et al.*, 2002). 초고압이 단백질의 구조에 미치는 효과에 대하여 Lullien-Pellerin과 Balny(2002)이 보고한 바가 있다. 따라서 초고압 처리에 의한 육 단백질의 겔화 능력의 향상은 재구성육의 제조에 있어서 잠재적인 잇점을 가지고 있다. Macfarlane 등(1984)은 소금의 첨가와 초고압 처리에 따른 재구성육의 결착강도를 측정하여 압력의 증가는 육괴간의 결착강도를 향상시킨다고 보고하였다. 그러나 이들은 시료를 가열처리하여 인장강도를 측정하였고, Hong 등(2006)에 의하면 200 MPa까지의 압력범위는 비육단백질이 결착제로 첨가되어도 육괴간의 결착이 불가능하고, 육괴간의 결착은 50°C의 열처리가 수반되어야 한다고 하였다. 이러한 결착력 약화를 보완하기 위하여 surimi 제조에 응용되고 있는 세척(washing) 처리는 육단백질의 겔강도를 저해시키는 sarcoplasmic 단백질을 제거하고, myofibrillar 단백질을 강화하는 효과와 함께 육의 보수력을 향상시키는 효과를 얻을 수 있다(Park and Morrissey, 2000). 그러나 이러한 효과에도 불구하고 소금에 의한 효과는 다른 처리보다 현저하게 영향을 미친다. Glucono- δ -lactone(GdL)의 첨가는 이들의 가수분해에 의한 느린 pH 하강 속도에 기인하여 단백질을 겔화시킬 수 있다(Ngapo *et al.*, 1996). 따라서 이상의 cold-set 재구성 육제품의 결착력에 영향을 미치는 인자들을 조합함으로써 염 첨가량을 낮추고 육괴간의 결착강도를 향상시킬 수 있을 것으로 사료된다.

국내에 소개된 재구성육 관련 연구로 Lee(1984)와 Song(1987)은 재구성육 제조방법에 관하여 소개하였고, 비육단백질의 첨가에 따른 이화학적 특성(Lee *et al.*, 1987), PSE 돈육

의 이용(Mueller and Chin, 2003) 및 재구성 삼겹살 및 베이컨 제조(Hur *et al.*, 2004) 등이 소개된 바 있다. 그러나 cold-set binding은 Lee와 Chin(2004)이 TGase의 첨가가 재구성육의 전단력에 미치는 효과를 연구한 이외에는 아직 전무한 실정이다. 따라서 본 실험은 소금 및 GdL의 첨가수준이 세척 및 초고압 처리로 제조한 재구성육의 이화학적 특성에 미치는 효과를 규명하고자 실시되었다.

재료 및 방법

재구성육 제조

돈육 등심(*M. longissimus dorsi*)부위는 도살된 지 24시간 이내의 것을 화양동 소재의 식육 마트에서 구입하여 사용되었다. 구입된 육은 -50°C에서 24시간 동결처리 되었고, 4°C 냉장고에서 48시간 해동하여 사용하였다. 원료육은 지방 및 결체조직을 완전히 제거한 후 1 cm의 정사면체로 정형하여 Mackie(1992)에 의한 3단계의 세척공정(washing process)을 실시하였다. 세척공정은 0.5% NaHCO₃용액, 증류수 및 0.5% NaCl용액의 순서로 4°C에서 각각 10분간 진행되었고 각각의 용액과 육의 비율은 3:1(v/w)로 하였다. 또한 각 세척공정 사이에는 압착법(compression)에 의한 탈수 공정이 수행되었다. 세척 후, 원료육은 -18°C의 냉동실에서 15에서 30분간 방치하여 육 온도가 -2에서 -4°C에 도달하도록 하였다. 이후 원료육은 Table 1에 나타난 배합비로 5분간 혼합되었고 직경 4.5 cm의 fibrous 케이싱에 충전한 후 polyethylene bag으로 진공포장하여 최종 pH에 도달하도록 4°C 냉장고에서 30시간 저장되었다.

Table 1. Experimental design and formulation ingredients used

Treatment ¹⁾	Additives (%)			
	NaCl	Glucono- δ -lactone	Carrageenan	Phosphate
C	0	0	0.5	0.3
S	1	0	0.5	0.3
G	0	1	0.5	0.3
LSLG	0.5	0.5	0.5	0.3
LSHG	0.5	1.5	0.5	0.3
HSLG	1.5	0.5	0.5	0.3
HSHG	1.5	1.5	0.5	0.3

¹⁾ C; control, S; salt, G; GdL, LSLG; low salt low GdL, LSHG, low salt high GdL, HSLG; high salt low GdL, HSHG; high salt high GdL.

가압처리

가압처리는 자체 제작된 가압 장비를 이용하여 수행하였다. 가압장비는 pressure vessel, pressure intensifier 및 온도 controller로 구성되었고, 가압 유체로는 ethanol이 사용되었으며 가압 처리는 200 MPa에서 30분간 수행되었다. 이때, 가압 및 가압 해제 속도는 각각 2.7 및 20 MPa/s로 동일하였고, 모든 가압처리는 상온에서 수행되었다.

단백질 손실

단백질은 세척 용액을 Gornall 등(1949)에 의한 biuret법으로 측정하였다. Biuret 반응시약은 1.5 g의 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 와 6 g의 $\text{NaKC}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 를 500 mL의 증류수에 넣어 용해시킨 후, 300 mL의 10% NaOH 용액을 첨가하여 교반하였고 최종 1 L로 mass up 하여 사용하였다. 세척 용액 1 mL을 취하여 4 mL의 biuret 반응 시약을 첨가하여 30분간 상온에 방치한 후 540 nm에서 흡광도를 측정하였고, standard curve는 bovine serum albumin을 이용하여 구하였다.

결착강도

결착강도는 시료를 직사각형(2×1×4.5 cm)으로 정형한 후, 시료의 양 끝부분으로부터 1 cm의 지점에 2개의 핀이 장착된 holder를 통하여, 한쪽은 Digital force gauge(DPS-20, IMADA Co., Japan)에 고정시키고, 다른 한쪽 끝은 table에 고정시킨 후 60 mm/min의 head speed에서 시료가 절단되는데 필요한 힘(N)을 결착강도로 나타내었다. 결착강도는 각 처리구당 12회 반복 측정되었다.

pH 측정

시료 5 g에 증류수 20 mL를 혼합하여 Homogenizer(SMT Process Homogenizer, SMT Co. Ltd., Japan)를 사용하여 13,000 rpm에서 1분간 균질 후 pH-meter(pH Meter 440, Corning, U.K)로 측정하였다.

수분 함량 및 보수력

시료의 수분함량은 AOAC(1990)에 의한 102°C 상압건조법으로 측정하였다. 보수력은 Pietrasik와 Shand(2004)의 방법을 일부 변형하여 3회 반복 측정되었다. 약 1 g의 시료를 건조된 거즈를 넣어둔 원심분리관에 넣고, 4°C로 조절된 Automatic refrigerated centrifuge (RC-3, SORVALL Co., USA)를 이용하여 3,000 rpm에서 10분간 원심분리 하였다. 원심분리 후, 시료를 제거하여 건조 전과 후의 무게를 측정하였다. 보수력은 시료 중에서 제거된 수분함량으로서 나타내었다.

육 색(Color)

시료의 절단면을 Color meter(JC801S, Color Techno System Co. Ltd., Japan)를 사용하여 L*, a* 및 b*값을 5회 반복 측정하였다. 이때 L*값이 97.83, a*값이 -0.43, b*값이 +1.98인 calibration plate를 표준으로 사용하였다.

통계분석

본 실험은 소금과 GdL이 단독 또는 병행하여 첨가되었을 때 재구성육의 결착강도에 미치는 효과를 규명하고자 실시되었다. 각 측정치의 결과분석은 SAS(Statistics Analytical System, USA, 1989~1996) 프로그램(Ver. 9.1)을 사용하여 Duncan의 multiple range test에 의하여 평균치간의 유의성을 검증하였다. 또한 소금 및 GdL 함량과 측정치간의 상관관계를 Pearson's correlation coefficients를 이용하여 나타내었다.

결과 및 고찰

세척 단계별 수분 함량 및 단백질 변화

세척 단계에 따른 원료육의 수분 함량 및 단백질의 변화는 Fig. 1에 나타내었다. 초기 육은 74.72%의 수분함량을 보였고, 1차 세척단계에서 77.05%로 수분함량이 크게 증가하였지만, 이후 세척단계에서는 약간의 증가 추세를 보였고, 최종 세척단계 종료 후 78.27%의 수분함량을 보였다. 반면 세척 용액으로 용출된 단백질의 함량은 세척단계에 비례하여 증가하였고, 3단계 세척과정에서 85.82 mg/mL의 총 단백질의 손실을 보였다. 세척과정에 따른 수분 함량 및 총 단백질의 손실 증가는 Lin과 Park(1996)의 연구에서도 동일하게

Table 2. Effects of NaCl and glucono- δ -lactone level on color¹⁾ of restructured pork washed and pressurized at 200 MPa

Treatment ²⁾	L*-value	a*-value	b*-value
C	63.25±0.86 ^c	7.08±0.40 ^a	10.18±0.61 ^{ab}
S	60.10±1.09 ^d	6.88±0.81 ^a	10.83±0.58 ^a
G	68.70±0.10 ^a	5.18±0.81 ^c	9.48±0.60 ^b
LSLG	66.44±2.08 ^b	7.44±0.21 ^a	11.03±0.15 ^a
LSHG	66.90±0.73 ^{ab}	5.75±0.49 ^{bc}	10.26±0.67 ^{ab}
HSLG	60.14±1.26 ^d	6.54±1.17 ^{ab}	10.10±0.17 ^{ab}
HSHG	64.12±1.60 ^c	4.73±0.12 ^c	8.10±1.01 ^c

¹⁾ Mean±S.D. of three replicates.

²⁾ C; control, S; salt, G; GdL, LSLG; low salt low GdL, LSHG, low salt high GdL, HSLG; high salt low GdL, HSHG; high salt high GdL.

^{a-d} Means with different superscripts in the same column are significantly different ($p < 0.05$).

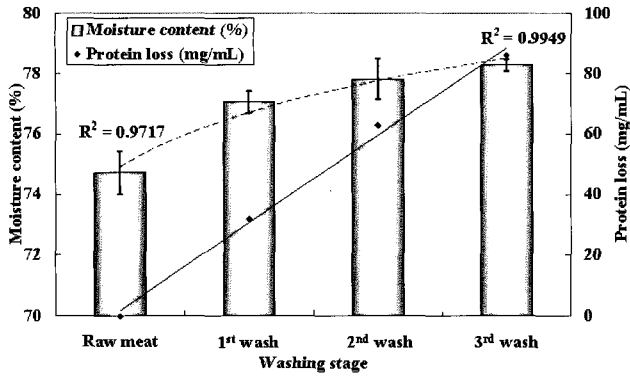


Fig. 1. Changes in moisture content and protein loss during washing process of raw meat.

관찰되었는데, 이들은 비록 과도한 세척처리는 myofibrillar 단백질의 손실을 야기하였지만, 적절한 세척시간은 myofibrillar 단백질의 손실없이 효과적으로 sarcoplasmic 단백질을 제거할 수 있다고 하였다.

결착강도

소금과 GdL의 첨가가 재구성육의 결착강도에 미치는 효과를 Fig. 2에 나타내었다. 비록 carrageenan과 인산염을 첨가하여도, 소금과 GdL이 첨가되지 않은 대조구(C)는 200 MPa의 가압처리에 의한 결착이 불가능하였다. 그러나 NaCl 및 GdL의 첨가 모두 육 입자간의 결착강도를 증가시켰다. 본 실험에서 GdL 첨가구(G)에서 가장 낮은 결착강도를 나타내었다. 그러나 G 처리구의 결착강도인 3.13 N(159.69 g/cm²)은 비록 측정 장비 및 방법에 따른 차이는 있지만 Kuraishi 등(1997)이 보고한 바와 같이 가열처리 전 원료상태로의 조작성 충분한 80 g/cm² 이상을 나타내었다. 비록 데이

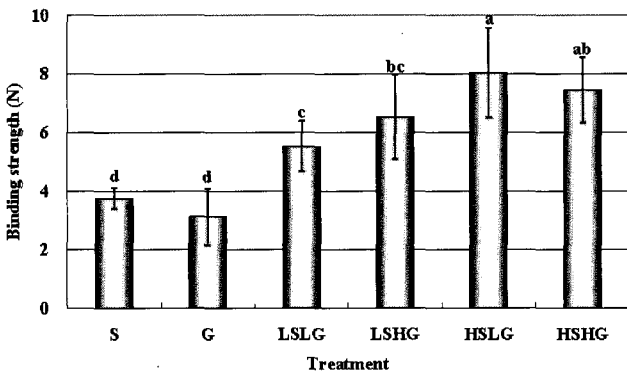


Fig. 2. Effects of NaCl and glucono-δ-lactone level on binding strength of restructured pork washed and pressurized at 200 MPa.

a-d Means with different superscripts in the same column are significantly different ($p < 0.05$).

터를 제시하지 않았지만, 본 실험에 앞서 진행된 예비실험에 의하면, 0.5% 소금, 0.5% GdL 및 1% carrageenan을 첨가한 재구성육을 200 MPa에서 30분 처리하였을 때, 비세척 처리구는 1.72 N의 결착강도를 보인 반면, 세척 처리구에서는 4.22 N으로 결착강도가 크게 증가하였고, 결국 washing 처리에 의하여 myofibrillar 단백질이 강화된 원료육이 GdL 첨가에 의하여 효과적으로 acid-induced 겔화를 야기하여 결착강도를 향상시킨 것으로 사료되었다. 소금과 GdL을 함께 첨가한 처리구의 결착강도에서는 소금의 첨가가 GdL보다 결착강도에 더 유의적인 효과를 나타낸 것으로 관찰되었다. 또한 소금의 함량이 1.5% 이상에서 GdL의 농도 증가는 결착강도를 다소 낮추었지만, HSHG 및 HSLG의 두 처리구간에는 유의적인 차이는 인정되지 않았다($p > 0.05$). 이상의 결과는 MedyĐski 등(2000)에 의한 결과와는 차이를 보였는데, 이들은 소금과 lactic acid의 첨가에 따른 세척 돈육의 침투력을 조사하여 각 첨가물이 0.5% 이상 첨가되면 침투력이 저하된다고 하였다. 그러나 lactic acid의 첨가는 시료의 pH를 낮추어 주었지만, 이들은 육의 pH 강하속도를 매우 빠르게 하고, 결국 이는 myofibrillar 단백질의 변성을 초래하여 침투력의 저하를 초래하였다. 재구성육에 있어서 소금의 사용은 염용성 단백질의 추출 및 최종 제품에서 육 입자간의 결착력 발생을 위하여 중요한 첨가물이다(Gray and Crackel, 1992).

Macfarlane 등(1984)은 고압 처리와 소금농도가 우육 Patty의 결착력에 미치는 효과를 연구하여 소금 농도의 증가는 myofibrillar 단백질의 팽윤 및 용해에 기인하여 peak force와 work done 값을 유의적으로 증가시켰다고 하였다. 그러나 이들은 시료를 가열처리한 후, 결착강도를 측정하였다. 본 실험에서는 cold-set binding의 결착강도를 측정하고자 시도되었고, 여러 연구에 의하면 결착체로서 비육 단백질의 첨가(Hong et al., 2006), TGase(Kuraishi et al., 1997) 및 hydrocolloid(Boles and Shand, 1998)의 첨가가 보고되었다. 가압 하에서 carrageenan의 cold-set binding 효과에 대하여 많은 연구들이 보고되었다. 그러나 carrageenan의 첨가만으로는 충분한 결착강도를 얻을 수 없었고, 가압처리는 염의 첨가나 기계적 교반에 의하여 방출된 myofibrillar 단백질의 겔화를 촉진시킨다. 겔화의 측면에 있어서, GdL의 사용은 이들의 가수분해에 의한 느린 pH 강하 효과에 기인하여 소금의 첨가수준을 낮추어도 결착강도를 향상시킬 수 있었다(Ngapo et al., 1996). 또한 고농도의 소금과 GdL은 결착강도를 2배 이상 증가시키는 효과를 나타내었다. 그러나 고농도의 소금이 첨가되었을 때, 고농도의 GdL 첨가(HSHG)에 의한 결착강도의 증가는 관찰되지 않았다. 소금과 GdL의 결착강도에 대한 효과는 상관분석에 의하여 더욱 현저하게 나타났다(Table 3). 첨가된 소금 함량과 결착강도 간에는 0.6632의 유

Table 3. Correlation coefficients between treated and measured variables¹⁾ of restructured pork

	NaCl	GdL	pH	BS	WHC	L*	a*
GdL	-0.0909						
pH	0.1981	-0.9648***					
BS	0.6632***	0.2583	-0.2353				
WHC	0.3529	-0.8682*	0.9221**	0.0747			
L*	-0.7330***	0.5259**	-0.6969	-0.3203	-0.6998		
a*	-0.0923	-0.6403***	0.8424*	-0.0987	0.9107*	-0.3677	
b*	-0.3069	-0.5823**	0.7453	-0.3123	0.7049	-0.1510	0.9081*

¹⁾ GdL, Glucono-δ-lactone; BS, Binding strength; WHC, Water holding capacity.

* Significant at 0.05 level.

** Significant at 0.01 level.

*** Significant at 0.001 level.

의적인 상관계수를 나타내었지만($p < 0.001$), GdL의 함량과 결착강도 간에는 유의적인 상관관계가 인정되지 않았다($p > 0.05$). 따라서 이들 결과에 의하면, 소금의 첨가는 결착강도의 증가에 현저한 효과를 나타내었고, GdL은 부가적인 효과를 보였지만, 그 효과가 소금처럼 유의적이지 않았다. 결국 소금의 첨가에 의하여 추출된 염용성 단백질이 압력 및 pH 감소에 따라 겔화하였고, 첨가된 GdL은 이들의 겔화를 촉진하여 재구성육의 결착강도를 증가시킨 것으로 사료되었다.

보수력 및 pH

수분함량은 HSHG에서 70.26%에서 71.23%로 다소 낮은 값을 보였지만 전반적으로 유의차가 인정되지 않았다($p > 0.05$). Fig. 3은 소금 및 GdL 첨가 수준에 따른 재구성육의 보수력을 나타내었다. 소금의 첨가는 대조구에 비하여 보

수력을 유의적으로 증가시켰지만($p < 0.05$), 1% 이상의 GdL의 첨가는 소금의 첨가유무에 관계없이 대조구보다 유의적으로 낮은 보수력을 나타내었다($p < 0.05$). 그러나 고농도의 GdL이 첨가되어도 소금이 병행하여 첨가되었을 때 GdL을 단독으로 사용한 처리구(G)보다 유의적으로 높은 보수력을 보였다($p < 0.05$). 이상의 결과는 상관계수를 통하여 분명히 나타나는 바, 소금의 첨가와 보수력간의 상관관계에서는 유의성이 인정되지 않았지만($p > 0.05$), GdL의 첨가와 보수력간에는 유의적인 음의 상관관계를 나타내었다($p < 0.05$). 또한 재구성육의 보수력은 pH와 유의적인 상관관계를 보였다($p < 0.01$). 소금 첨가구(S)의 pH는 5.91로 가장 높은 값을 보인 반면, GdL의 첨가수준의 증가는 pH의 감소를 야기하였고 HSHG 처리구에서 4.91로 가장 낮은 pH값을 보였다(Fig. 4). 일반적으로 소금의 첨가는 육제품의 pH를 다소 저하시키지

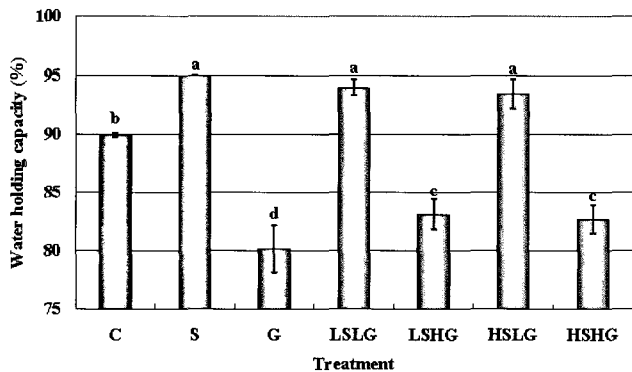


Fig. 3. Effects of NaCl and glucono-δ-lactone level on water holding capacity of restructured pork washed and pressurized at 200 MPa.

^{a~d} Means with different superscripts in the same column are significantly different ($p < 0.05$).

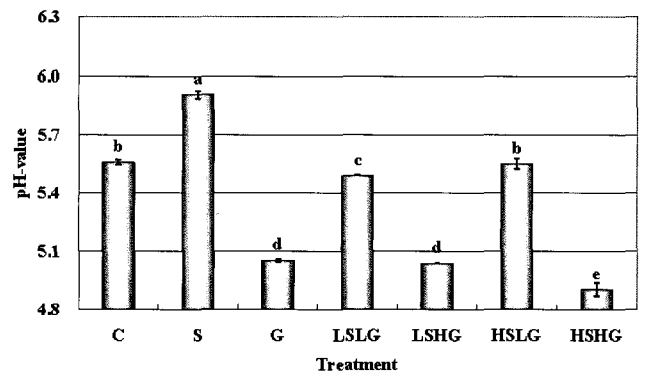


Fig. 4. Effects of NaCl and glucono-δ-lactone level on pH value of restructured pork washed and pressurized at 200 MPa.

^{a~e} Means with different superscripts in the same column are significantly different ($p < 0.05$).

만(Puolanne *et al.*, 2001), 본 실험에서 소금 첨가구(S)의 높은 pH는 인산염의 첨가에 기인한 것으로 사료되었다. 또한 본 실험에서 재구성육의 pH는 첨가된 소금함량보다는 GdL 농도와 유의적 상관관계($p < 0.001$)를 나타내었고, 따라서 고농도의 GdL 첨가구에서 유의적으로 낮은 pH값을 나타낸 것으로 사료되었다. 소금의 첨가와 보수력의 관계는 많은 연구자들에 의하여 규명되었다. 일반적으로 재구성육의 pH는 myofibrillar 단백질의 등전점보다 높기 때문에 단백질 구조는 전반적으로 음전하를 띤다. 소금의 첨가에 의한 Cl^- 이온은 단백질의 양전하 그룹의 screen을 통하여 분자간의 정전기적 인력을 약화시킴으로서 단백질의 용해를 촉진한다(King and Macfarlane, 1987). 이러한 단백질 용해성의 증가는 결국 재구성육의 결합강도 및 보수력의 향상을 야기한다. 이와는 달리 GdL은 가수분해에 의하여 pH를 느리게 감소시키며, 이러한 pH 감소효과에 의하여 무작위의 단백질간의 결합보다는 정렬된 단백질간의 결합을 야기함으로써 충분한 겔 강도를 야기하지만, 결국 myofibrillar 단백질의 등전점까지 pH를 저하시킴으로서 육 단백질과 물간의 결합력을 최소화 시킨다(Pearson and Gillett, 1996). 본 실험에서 비록 1% 이상의 GdL의 첨가는 재구성육의 pH와 보수력을 저하시켰지만, 세척 및 가압처리와 carrageenan의 첨가에 의하여 여전히 80% 이상의 보수력을 나타내었고, 또한 0.5% GdL이 소금과 병행하여 첨가되었을 때, 대조구보다 더욱 높은 보수력을 나타내어 재구성육 제조에 매우 효과적인 것으로 사료되었다.

육 색

소금 및 GdL의 첨가가 재구성육의 색도에 미치는 효과는 Table 2에 나타내었다. 소금이 첨가된 S 처리구는 대조구보다 유의적으로 낮은 L*값을 보였지만($p < 0.05$), a*값 및 b*값에서는 유의적인 차이가 인정되지 않았다($p > 0.05$). 반면에 GdL(G)은 L*값을 유의적으로 증가시켰고, a*값을 감소시켰다($p < 0.05$). 소금 및 GdL 조합 처리구에 있어서, 한쪽 성분만이 고농도로 첨가되었을 경우(LSHG 및 HSLG) 단독으로 첨가된 경우(S 및 G)와 유의적 차이를 보이지 않았지만($p > 0.05$), 두 성분이 고농도로 첨가되었을 때(HSHG), 대조구보다 유의적으로 낮은 a*값과 b*값을 나타내었다($p < 0.05$). Baublits 등(2006)은 소금의 농도가 증가하면 이온강도가 증가하여 수분의 retention의 증가를 야기한다고 하였고, Faustman과 Cassens(1990)는 수분의 retention이 높으면 더 어두운 육색을 나타낸다고 하였다. 이와는 반대로 Ngapo 등(1996)은 GdL을 첨가하여 제조한 육 겔의 외형을 관찰한 결과, GdL 농도의 증가는 가열상태와 같은 육색을 야기한다고 하였다. 본 실험에서 GdL과 소금의 첨가는 L값과 유의적인 상

관관계를 보였지만 a*값과 b*값에서는 GdL만이 유의적인 상관관계를 보여 소금의 첨가보다는 GdL의 첨가가 육의 변색에 더욱 현저한 효과를 미친 것으로 판단되었다(Table 3). 비록 고농도의 소금과 GdL의 첨가(HSHG)는 대조구에 비하여 심한 변색을 야기하였지만, 이들을 저농도로 조합하여 첨가할 경우(LSLG) 육색의 변화를 최소화 할 수 있을 것으로 판단되었다.

요 약

본 실험은 소금 및 GdL의 첨가가 세척 및 가압 처리된 재구성육의 이화학적 특성에 미치는 효과를 규명하고자 실시되었다. 소금 및 GdL의 첨가는 재구성육의 결합강도를 현저하게 증가시켰고, 저염농도 또는 소금이 무첨가 되어도 소량의 GdL의 첨가에 의한 결합강도의 향상을 기대할 수 있었다. 그러나 GdL의 첨가는 색도를 가열처리와 유사하게 변색시켰고, 이러한 변색은 GdL의 증가와 더불어 현저하였다. 그러나 이들 단점은 세척이나 기타 첨가물에 의하여 향상시킬 수 있으리라 판단되었다. 따라서 본 실험의 결과에 의하면 소량의 소금 및 GdL의 조합을 통하여 바람직한 결합강도 및 변색 저하를 기대할 수 있었고, 첨가된 인산염과 carrageenan에 의한 보수력의 향상 효과를 얻을 수 있었다.

참고문헌

1. AOAC (1990) *Official Methods of Analysis*. 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C.
2. Baublits, R. T., Pohlman, F. W., Brown Jr., A. H., Yancey, E. J., and Johnson, Z. B. (2006) Impact of muscle type and sodium chloride concentration on the quality, sensory, and instrumental color characteristics of solution enhanced whole-muscle beef. *Meat Sci.* **72**, 704-712.
3. Boles, J. A. and Shand, P. J. (1998) Effect of comminution method and raw binder system in restructured beef. *Meat Sci.* **49**, 297-307.
4. Chen, C. M. and Trout, G. R. (1991) Sensory, instrumental texture profile and cooking properties of restructured beef steaks made with various binders. *J. Food Sci.* **56**, 1457-1460.
5. Clarke, A. D., Sofos, J. N., and Schmidt, G. R. (1988) Effect of algin/calcium binder levels on various characteristics of structured beef. *J. Food Sci.* **53**, 711-713, 726.
6. Faustman, C. and Cassens, R. G. (1990) The biological basis

- for discoloration in fresh meat: a review. *J. Muscle Food*. **1**, 217-243.
7. Gornall, A. G., Bardawill, C. Y., and David, M. M. (1949) Determination of serum proteins by means of the biuret reaction. *J. Biol. Chem.* **177**, 751-756.
 8. Gray, J. I. and Crackel, R. L. (1992) Oxidative flavour changes in meats: Their origin and preservation. In *The chemistry of muscle-based foods*, Johnston, D. E., Knight, M. K., and Ledward, D. A. (eds.), Royal Society of Chemistry, Cambridge, pp. 145-168.
 9. Gray, J. I. and Pearson, A. M. (1987) Rancidity and warmed-over flavor. In *Advances in meat research*, Pearson, A. M. and Dutson, T. R.(eds.), Van Nostrand Reinhold, N.Y. Vol. 3, pp. 221-269.
 10. Hong, G. P., Park, S. H., Kim, J. Y., and Min, S. G. (2006) The effects of high pressure and various binders on the physico-chemical properties of restructured pork meat. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* **19** (In printing).
 11. Hunt, M. C. and Kropf, D. H. (1987) Color and appearance. In *Advances in meat research*, Pearson, A. M. and Dutson, T. R.(eds.), Van Nostrand Reinhold, N.Y. Vol. 3, pp. 125-159.
 12. Hur, S. J., Kang, G. H., Yang, H. S., Jeong, J. Y., Park, G. B., and Joo, S. T. (2004) Evaluation of un-cooked restructured belly and cooked restructured bacon using a protein-emulsion material from pork. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **24**, 146-150.
 13. King, N. L. and Macfarlane, J. J. (1987) Muscle proteins. In *Advances in meat research*, Pearson, A. M. and Dutson, T. R.(eds.), Van Nostrand Reinhold, N.Y. Vol. 3, pp. 21-72.
 14. Kuraishi, C., Sakamoto, J., Yamazaki, K., Susa, Y., Kuhara, C., and Soeda, T. (1997) Production of restructured meat using microbial transglutaminase without salt or cooking. *J. Food Sci.* **62**, 488-490, 515.
 15. Lee, H. C. and Chin, K. B. (2004) Reduction of tumbling time and improvement of shear value for the manufacture of restructured hams using transglutaminase. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **24**, 23-28.
 16. Lee, M. H. (1984) Restructured meats technology. *Food Sci.* **17**, 28-32.
 17. Lee, M. H., Chung, M. S., and Jin, S. K. (1987) Effect of the addition of non-meat proteins on the quality of the restructured pork product. *Korean J. Food Sci. Technol.* **19**, 257-262.
 18. 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.
 19. Lullien-Pellerin, V. and Balny, C. (2002) High-pressure as a tool to study some proteins' properties: conformational modification, activity and oligomeric dissociation. *Inn. Food Sci. Emerg. Technol.* **3**, 209-221.
 20. Macfarlane, J. J., McKenzie, I. J. and Turner, R. H. (1984) Binding of comminuted meat: Effect of high pressure. *Meat Sci.* **10**, 307-320.
 21. Mackie, I. M. (1992) Surimi from fish. In *The chemistry of muscle-based foods*, Johnston, D. E., Knight, M. K., and Ledward, D. A. (eds.), Royal Society of Chemistry, Cambridge, pp. 207-221.
 22. Means, W. J. and Schmidt, G. R. (1986) Algin/calcium gel as a raw and cooked binder in structured beef steaks. *J. Food Sci.* **51**, 60-64.
 23. Medyński, A., Pospiech, E., and Kniat, R. (2000) Effect of various concentrations of lactic acid and sodium chloride on selected physico-chemical meat traits. *Meat Sci.* **55**, 285-290.
 24. Montero, P., Hurtado, J. L., and Pérez-Mateos, M. (2000) Microstructural behaviour and gelling characteristics of myosystem protein gels interacting with hydrocolloids. *Food Hydrocolloid.* **14**, 455-461.
 25. Montero, P., Fernández-Díaz, M. D., and Gómez-Guillén, M. C. (2002) Characterization of gelatin gels induced by high pressure. *Food Hydrocolloid.* **16**, 197-205.
 26. Mueller, W. and Chin, K. B. (2003) Characterization of restructured meat products manufactured with PSE pork hams as compared to those with normal pork counterparts. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **23**, 321-326.
 27. Ngapo, T. M., Wilkinson, B. H. P., and Chong, R. (1996) 1,5-Glucono- δ -lactone-induced gelation of myofibrillar protein at chilled temperatures. *Meat Sci.* **42**, 3-13.
 28. Nielsen, G. S., Petersen, B. R., and Moller, A. J. (1995) Impact of salt, phosphate and temperature on the effect of a transglutaminase (F XIIIa) on the texture of restructured meat. *Meat Sci.* **41**, 293-299.
 29. Park, J. W. and Morrissey, M. T. (2000) Manufacturing of surimi from light muscle fish. In *Surimi and surimi seafood*, Park, J. W. (ed.), Marcel Dekker, N. Y. pp. 23-58.

30. Pearson, A. M. and Gillett, T. A. (1996) Sausage formulations. In *Processed meats*, 3rd ed., An Aspen Publication, Maryland, pp. 242-290.
 31. Pérez-Mateos, M. and Montero, P. (2000) Contribution of hydrocolloids to gelling properties of blue whiting muscle. *Eur. Food Res. Technol.* **210**, 383-390.
 32. Pietrasik, Z. and Shand, P. J. (2004) Effect of blade tenderization and tumbling time on the processing characteristics and tenderness of injected cooked roast beef. *Meat Sci.* **66**, 871-879.
 33. Puolanne, E. J., Ruusunen, M. H., and Vainionpää, J. I. (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.
 34. Sheard, P. (2002) Processing and quality control of restructured meat. In *Meat processing: improving quality*, Kerry, J., Kerry, J., and Ledward, D. (eds.), CRC press, F. L., pp. 332-358.
 35. Song, K. W. (1987) Restructured meats. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **8**, 15-20.
-
- (2006. 2. 24. 접수 ; 2006. 3. 23. 채택)