

## 분쇄 계육 가슴살의 도체가공방법과 염지조건이 품질특성에 미치는 영향

최지훈 · 김 일<sup>1</sup> · 정종연<sup>2</sup> · 이의수<sup>3</sup> · 최윤상 · 김천제\*

건국대학교 축산식품생물공학전공

<sup>1</sup>(주)에땅 R&D팀

<sup>2</sup>Muscle Biology and Meat Science, University of Wisconsin, Madison, WI 53706, United States

<sup>3</sup>(주) 제너시스 BBQ

### Effects of Carcass Processing Method and Curing Condition on Quality Characteristics of Ground Chicken Breasts

Ji-Hun Choi, Il Kim<sup>1</sup>, Jong-Youn Jeong<sup>2</sup>, Eui-Soo Lee<sup>3</sup>, Yun-Sang Choi, and Cheon-Jei Kim\*

Department of Food Science and Biotechnology of Animal Resources, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

<sup>1</sup>ETANG R&D Team, Seoul 158-831, Korea

<sup>2</sup>Muscle Biology and Meat Science, University of Wisconsin, Madison, WI 53706, United States

<sup>3</sup>Genesis BBQ, Icheon 467-813, Korea

#### Abstract

This study was carried out to investigate the effect of hot boning and curing condition on the quality characteristics of ground chicken breast. Treatments were cured by four conditions follows; control (general curing method), T1 (after hot-boning and then immediately cured), T2 (after hot-boning and immediately cured, then frozen), and T3 (after hot-boning, immediately frozen, refrigerated and then cured). The pH of chicken breast in the state of pre-rigor was 6.22. The pH of cold storage or freezing chicken breast meat respectively were 5.70 or 5.61. The pH of T1 and T2 treatments were significantly higher than those of control and T3 treatment ( $p < 0.05$ ). After stored for 1 wk, the pH value of T1 treatment had a higher value than those of other treatments. T1 treatment had the highest water holding capacity and the lowest cooking loss among all treatments, regardless of the cooking methods. The reduction in diameter for T1 and T2 treatments was lower than those of control and T3 treatment ( $p < 0.05$ ). T1 treatment had the lowest fat loss and moisture loss among all treatments, and the emulsifying capacity of T1 treatment was the highest. The protein solubility of T1 treatment was significantly lower than that of T3 treatment.

**Key words :** hot boning, curing condition, chicken breast, water holding capacity

#### 서 론

최근들어 국민 소득수준 향상과 외식산업의 발달로 우리나라 계육 소비량은 꾸준히 증가하고 있다. 계육은 가공특성상 우육이나 돈육보다 가공적성이 떨어져 다양한 육제품의 가공에 한계가 있는 것은 사실이나 최근의 웰빙(well-being) 추세와 다이어트에 관심이 고조되는 소비자 취향에 맞춰 그 관심도가 증가하고 있다. 우리나라 닭고기 소비량은 90년대 들어 꾸준히 증가를 하고 있지만 선

진국이나 비슷한 소득 수준의 외국에 비해 여전히 적은 편이다. Korea Chicken Council(2009)에 따르면, 우리나라 1인당 닭고기 소비량은 2002년 11.0 kg에서 2007년 13.3 kg으로 꾸준히 증가추세에 있으며, 같은 시기 홍콩은 각각 33.3, 39.5 kg, 대만은 28.1, 29.5 kg, 일본은 14.4, 15 kg, 미국은 42.7, 46.2 kg으로 나타나, 우리나라의 잠재적인 닭고기 소비량 증가는 현재의 최소 50%에서 100%정도까지 신장할 수 있을 것으로 보인다.

외식산업에서 소비되는 계육의 가공형태는 신선육일 경우 단순 절단육이나 부분육을 이용한 다양한 염지육의 형태로 점포에 공급되거나, 냉동품인 경우는 조각육을 이용한 후라이드류, 부분육을 이용한 패티나 너겟류 등이며, 냉장품인 경우 조각육을 이용한 스모크나 바비큐류 등으

\*Corresponding author : Cheon Jei Kim, Department of Food Science and Biotechnology of Animal Resources, Konkuk University, Seoul143-701, Korea. Tel: 82-2-450-3684, Fax: 82-2-444-6695, E-mail: kimcj@konkuk.ac.kr

로, 이러한 제품들은 점포에서 튀김이나 그릴, 찜 등을 이용하여 조리, 판매를 하고 있으며 다른 육에 비해 가공품이 다양하지는 않은 실정이다. 그 이유는 닭은 소나 돼지에 비해 가공적성이나 맛, 다양성 등에서 떨어지기 때문에 나타나는 현상으로 사료된다(이, 1999). 이에 가공적성을 높여 다양하고 질적으로 우수한 계육 가공품의 생산이 요구된다. 원료육에서 가공적성 증진에 기여하는 요인은 소금, 인산염과 같은 첨가물이나 pH 등을 들 수 있다(Amato *et al.*, 1989; Cunningham and Froning, 1972). 계육 원료육의 상당부분을 수입육에 의존할 수 밖에 없는 가격적인 현실에서 가공적성의 향상을 통한 계육의 품질 개선은 계육제품 경쟁력의 필수적인 요소라 할 수 있다. 이에 온도체 가공에 대한 관심이 증가되고 있다.

온도체 가공이란 도체의 온도가 아직 높은 상태, 즉 도살 후 1시간 이내에 뼈나 과도한 지방을 제거한 가식부분만을 이용하여 가염처리 하거나 정육으로 만들어 이용하는 것으로, 도살 후 24-48시간 후 발골하여 사용하는 전통 냉도체 가공시의 단점인 발골 전 장시간 냉장으로 인한 에너지 소비와 시간, 공간에서 오는 비용 상승 요인을 줄일 수 있다(Bernthal *et al.*, 1989; Cuthbertson, 1980; Hamm, 1981). 가공육에 사용되는 원료는 강직 전 상태에서 온도체를 발골하여 이용하면 보수력, 유회력, 염용성 단백질의 추출성 및 결합력 등의 기능적 특성이 증진되어 높은 생산량을 기대할 수 있으며(Fischer *et al.*, 1979; Honikel and Hamm, 1978), pH가 높아 근육섬유 사이에 수분분자가 들어갈 공간이 많아 보수력이 높은 것은 물론, 염용성 단백질의 추출능력이 높아지고, 특히 온도체 발골

육을 발골 즉시 소금이나 인산염과 함께 혼합한 식육의 경우 더욱 우수한 가공특성을 기대할 수 있다(Ray *et al.*, 1980). 반면 온도체 가공에서의 단점은 세척냉각 과정이 생략되므로 위생문제가 발생될 수 있으며 강직 전 발골 신선육의 경우 급속냉장이나 냉동시 상업적으로 다소 어려우며, 저온단축, 해동경직 등에 의한 고기의 연도저하가 나타날 수 있다(Sadler and Swan, 1991). 강직 개시전 육에 식염을 첨가하면 단기간의 냉장저장 동안에는 강직전 육의 우수한 가공적성을 유지할 수 있으며, 강직전 육에 대한 식염의 첨가는 근육의 강직개시를 촉진하고 높은 최종 pH를 유지하여 가열수율을 높이고 결합력과 연도를 개선한다(Coon *et al.*, 1983; Hamm *et al.*, 1984). 이러한 장점을 활용한다면 가공적성이 우수한 원료육을 얻을 수 있으나, 이러한 계육의 온도체 가공시 냉장, 냉동 및 염지 조건에 따른 가공적성에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

그러므로 본 연구는 계육의 사후 강직 전 온도체 발골 계육을 서로 다른 조건에서 염지 가공하여 온도체 가공 계육의 가공적성을 연구함으로써 보다 효과적인 가공방법을 도출하여 최적의 계육 가공품을 생산하기 위한 기초 자료를 제시하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 공시 재료 및 염지육의 제조

본 실험에 사용된 계육은 경기도 김포 소재의 P사에서 도계한 브로일러 계육을 사용하였으며, 도계라인에서 내장 적출이 끝난 사후 15분 이내에 가슴살을 분리하였고,

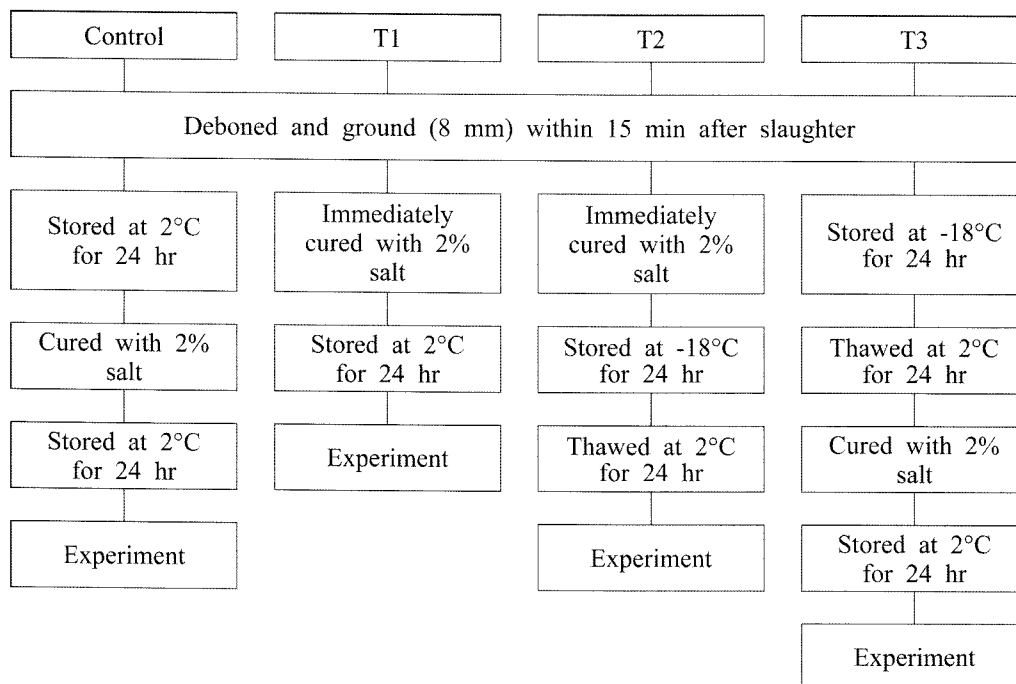


Fig. 1. Experimental design using hot-boned chicken breasts.

grinder(PM-70, Mainca, Spain)를 이용하여 8 mm로 분쇄하였다. 준비된 온도체 계육기슴살을 Fig. 1에서와 같이 4개의 가공 방법으로 구분하여 제조하였다. 먼저, 대조구(control)는 일반적인 냉도체 계육을 이용한 염지후 가공방법이며, T1 처리구는 온도체 가공으로서 15분 이내 발골 및 분쇄 후 육 무게의 2%에 해당하는 소금을 투입하여 손으로 3분간 염지한 후 24시간 동안 2°C에서 냉장 보관하였다. T2 처리구는 T1 처리구와 같이 염지한 후 -18°C에서 24시간동안 냉동보관 후 해동하였으며, T3 처리구는 온도체 상태에서 24시간 냉동하다가 2°C에 24시간 동안 해동 후 염지하여 냉장 보관하였다.

### Batter의 제조

이렇게 염지 가공된 처리구들의 유화형 육제품 가공적성을 조사하기 위하여 염지를 한 후 24시간이 경과하여 계육 유화물을 제조하였다. 배합비율은 염지계육 : 얼음 : 돈지방 = 60 : 20 : 20의 비율이 되도록 투입하였으며, 소금은 2%의 염농도가 되도록 첨가하였는데, 기존 염지육에 포함된 소금의 비율이 1.2%가 되기 때문에 전체 무게의 0.8%에 해당하는 양을 더 첨가하였다. 즉, silent cutter(Nr-963009, Scharfen, Germany)에서 염지육과 소금을 넣고 혼합한 다음 1분간 세절하고 얼음을 첨가한 후 다시 혼합하여 30초간 세절하였고, 지방을 첨가하여 2분간 세절하여 유화물을 제조하였다.

### 실험 방법

#### pH 측정

pH는 시료 5 g을 취하여 증류수 20 ml과 혼합하고 Ultra Turrax(Model No. T 25, Janke and Kunkel, Germany)를 사용하여 8,000 rpm에서 1분간 균질한 후 유리전극 pH meter(340, Mettler Toledo GmbH, Switzerland)를 사용하여 측정하였다.

#### 보수력(Water-holding capacity) 측정

Grau와 Hamm(1953)의 filter paper press법을 응용하여 특수 제작된 plexiglass plate 중앙에 여과지(Whatman No. 2)를 놓고 육포 양념육 시료 300 mg을 취하여 그 위에 놓은 다음 plexiglass plate 1개를 그 위에 포개 놓고 일정한 압력으로 3분간 압착시킨 후 여과지를 꺼내어 고기 육편이 묻어 있는 부분의 면적과 수분이 젖어 있는 부분의 총 면적을 planimeter(Type KP-21, Japan)를 사용하여 측정하였다. 보수력 측정은 수분이 젖어있는 부분의 총면적에 대한 고기 육편이 묻어있는 부분의 면적 비율(%)로 산출하였다.

#### 가열감량(Cooking loss) 측정

시료를 90×90×15 mm의 Petri dish에 85±1 g이 되도록

충진, 성형하여 각각 항온수조(water bath), 전기그릴(electric griddle), 전자레인지(microwave oven)에서 심부온도가 75±2°C가 되도록 가열한 후 상온에서 30분간 방냉시킨 다음 가열감량을 측정하였다.

- 항온수조(water bath) - Petri dish에 충전, 성형한 시료를 polyethylene bag에 넣어 75°C로 예열된 항온수조(Model 10-101, Dae Han Co., Korea)에서 목표온도까지 가열하였다.
- 전기그릴(electric griddle) - Petri dish에 충전, 성형한 시료를 꺼내어 미리 150°C로 예열된 전기그릴(CG20-1, Hobart, USA)에 올려놓고 1분 간격으로 뒤집으며 목표온도까지 가열하였다.
- 전지레인지(microwave oven) - Petri dish에 충전, 성형한 시료를 꺼내어 전자레인지용 접시에 담아 전자레인지(RE-700W, Samsung Electronics Co., Ltd., Korea)에 넣고 700 W의 출력으로 목표온도까지 가열하였다.

$$\text{가열감량 (\%)} = \frac{\text{가열전 시료 중량 (g)} - \text{가열후 시료 중량 (g)}}{\text{가열전 시료중량 (g)}} \times 100$$

#### 직경감소율(Reduction in diameter) 측정

분쇄 염지 계육을 크기가 15×90 mm인 Petri dish에 충전하여 항온수조(water bath)에서 심부온도가 75±2°C가 되도록 가열한 후 상온에서 30분간 방냉시킨 다음 vernier calipers(530-122, Mitutoyo, Japan)를 사용하여 직경 감소를 측정하였다.

$$\text{직경감소율 (\%)} = \frac{\text{가열전 시료 직경 (mm)} - \text{가열후 시료 직경 (mm)}}{\text{가열전 시료 직경 (mm)}} \times 100$$

#### 유화안정성(Emulsifying capacity) 측정

유화된 batter를 특수 원심분리관에 철망을 끼운 후 15 g을 채운 다음 쿠키호일로 막은 후 75°C로 예열된 항온수조(Model 10-101, Dae Han Co., Korea)에서 30분간 가열 후 상온에서 30분간 방냉시킨 다음 분리된 수분과 지방량을 측정하였다.

$$\text{지방분리 (\%)} = \frac{\text{분리된 지방액량 (mL)}}{\text{가열전 batter의 중량 (g)}} \times 100$$

$$\text{수분분리 (\%)} = \frac{\text{분리된 수분액량 (mL)}}{\text{가열전 batter의 중량 (g)}} \times 100$$

#### 단백질 용해성(Protein solubility) 측정

Saffle과 Galbreath(1964)의 방법에 따라 유화물 5 g에 3%의 NaCl 30 mL을 첨가한 후 homogenizer(AM-7, Nihonseiki Kaisha, Japan)를 14,000 rpm에서 2분간 균질하여 현탁액을 만든 후 3,000 rpm에서 15분간 원심분리 후 상등액을 취한 다음 이 상등액을 Biuret법(Gornal *et al.*, 1949)에 의

해 단백질 함량을 정량하여 용해성을 측정하였다.

### 통계처리

통계분석은 SAS program(Statistics Analytical System, USA, 1999)의 GLM(General Linear Model) procedure를 통하여 분석하였고, 처리구간의 평균간 비교는 Duncan의 다중검정을 통하여 유의성 검정( $p < 0.05$ )을 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### pH와 보수력의 비교

근육은 사후 ATP손실과 함께 glycogen이 젖산으로 혐기적 해당작용에 의한 전환을 가져와 근육 속에 계속해서 축적되기 때문에 도살 후 근육의 사후 강직이 완료될 때까지 감소하게 된다. 사후강직이 완료되고 저장기간이 경과함에 따라 육은 경직이 해제되며 숙성에 의하여 pH는 다소 상승하게 된다. 이와 같은 식육의 pH변화는 육의 신선도, 보수력 및 조직감 등의 변화에 영향을 준다. 따라서 식육의 pH를 측정함으로써 육내에서 일어나는 이화학적 변화를 쉽게 파악할 수 있다. 근육의 사후강직 동안 발생하는 생화학적 변화는 pH측정과 ATP 및 그 분해산물의 함량 변화를 측정할 수 있다(Smulders *et al.*, 1990). 계육의 pH는 도계 후 6-8시간 안에 가슴살은 5.6-5.8, 다리살은 6.1-6.4정도로 급격히 감소한다(Stewart *et al.*, 1984). Table 1은 온도체 발골 계육 가슴살을 각각 도계 직후, 염지전후, 저장기간 동안의 pH 변화를 나타낸 것이다. 도계 직후 계육의 pH는 사후강직이 빠르게 진행되어 6.22로 나타났으며, 냉장 및 냉동한 계육은 각각 5.70과 5.61로 나타났다. 염지 직후 각 처리구의 pH는 대조구(일반 냉장육)와 T3 처리구(해동강직육)보다 도계 직후 염지를 실시한 T1과 T2 처리구가 유의적으로 높은 값을 보였다( $p < 0.05$ ). 한편, 염지후 1일이 경과한 뒤 측정된 pH는 T1 처리구가 6.15로 가장 높은 pH를 나타내었으며, 즉시 염지 후 냉동한 T2 처리구가 6.07, 냉장보관 후 염지한 T3 처리구가 5.70을 나타내었고, 냉동보관 후 염지한 T4 처리구가 5.60으로 가장 낮은 pH를 보였다( $p < 0.05$ ). 이는 온도체 발골 즉시 염지를 한 T1 처리구와 T2 처리

구의 경우에는 높은 pH 상태에서 염을 첨가하였기 때문에 pH의 저하가 감소된 것으로 사료된다. T1 처리구와 T2 처리구는 염지 후 테스트까지 pH 감소가 적게 나타났으나 7일간 저장 시 지속적으로 하락하여 T1 처리구는 5.80, T2 처리구가 5.79으로 나타났고, 반면에 T3 처리구와 T4 처리구는 각각 5.71, 5.68로 거의 일정하게 유지되었다. 이것은 계육제품의 가공적성을 높이려면, 도계후 빠른 가공이 필요하다는 것을 의미한다. Hamm(1981)은 사후강직 전 쇠고기에 2-4% 소금을 첨가하면 actin과 myosin filament의 상호작용을 억제하여 사후강직을 저해한다고 하였으며, Boles와 Swan(1996)은 사후 강직 전 높은 pH를 유지하기 위해서 소금을 1.5%를 첨가하면 충분하다고 하였다. 또한 사후강직 후의 육에서는 소금에 의한 영향이 없었으나 사후강직 전 육에서는 지속적으로 장기간 pH가 유지된다고 하였다(Drerup *et al.*, 1981; Puolanne and Terrell, 1983; Bernthal *et al.*, 1989; Farouk and Swan, 1997).

식육의 보수력이란 식육에 절단, 분쇄, 압착, 열처리 등 외적인 물리적 힘을 가하였을 때 식육 내 수분을 유지하려는 성질로 식육의 보수력 중 약 65%가 myosin이나 actin과 같은 근원섬유 단백질로부터 유래된다(Hamm, 1961). 높은 pH, 염의 첨가량의 증가, 사후강직 전 가공, 인산염의 첨가 등은 육 및 육제품의 보수력을 높여준다(Coon *et al.*, 1983; Hamm *et al.*, 1984; Sadler and Swan, 1997). Fig. 2는 온도체 발골 계육 가슴살을 분쇄한 후 서로 다른 조건에서 염지를 실시한 다음 측정된 보수력을 나타낸 것이다. 도계 직후 염지를 실시한 T1 처리구가 88.56%로 가장 높게 나타났으며, 즉시 염지 후 냉동한 T2 처리구가 82.58%, 냉장보관 후 염지한 T3 처리구는 74.19%, 냉동보관 후 염지한 T4가 64.44%로 가장 낮은 경향을 보였다( $p < 0.05$ ). Hamm(1981)과 Puolanne와 Terrell(1983)은 강직 전 쇠고기에 2-4% 소금을 첨가하여 actin과 myosin filament의 상호작용을 억제하여 사후강직을 방지함으로써 수일간 높은 보수력을 유지한다고 보고하여 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다. 또한 Bernthal 등(1989)은 식염을 첨가한 강직전 분쇄우육의 보수력은 동일한 식염을 첨가한 강직후 우육보다 높았고, 0-4% 식

Table 1. Changes of pH on ground chicken breasts about hot-boning and various curing conditions

Treatments <sup>1)</sup>	Hot-boned chicken breast	Curing		Storage(day)	
		before	after	1	7
Control		5.70±0.01 <sup>B</sup>	5.83±0.03 <sup>B</sup>	5.70±0.04 <sup>C</sup>	5.71±0.12 <sup>B</sup>
T1	6.22±0.01	6.22±0.01 <sup>A</sup>	6.34±0.02 <sup>A</sup>	6.15±0.02 <sup>A</sup>	5.80±0.06 <sup>A</sup>
T2		6.22±0.01 <sup>A</sup>	6.34±0.02 <sup>A</sup>	6.07±0.03 <sup>B</sup>	5.79±0.07 <sup>A</sup>
T3		5.61±0.02 <sup>C</sup>	5.70±0.03 <sup>C</sup>	5.60±0.04 <sup>D</sup>	5.68±0.09 <sup>C</sup>

<sup>1)</sup>Treatments are shown in Fig. 1.

All values are mean ± standard deviation.

<sup>A-D</sup>Means in the same column with different letters are significantly different ( $p < 0.05$ ).

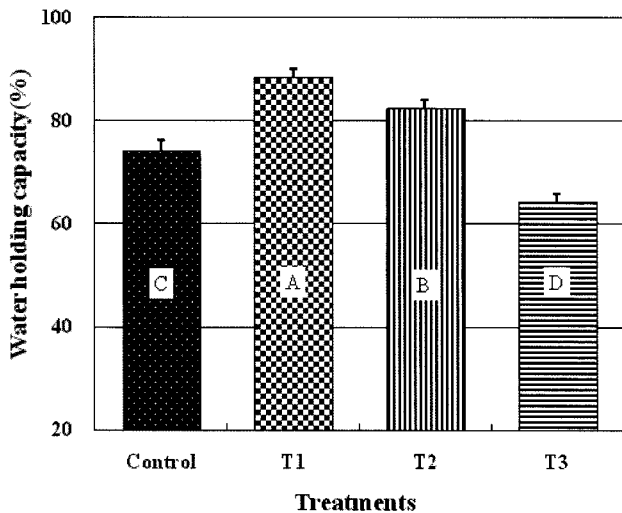


Fig. 2. Effects of hot-boning and curing conditions on water holding capacity of ground chicken breasts. Treatments are shown in Fig. 1. A-D Means between treatments with different letters are significantly different ( $p < 0.05$ ).

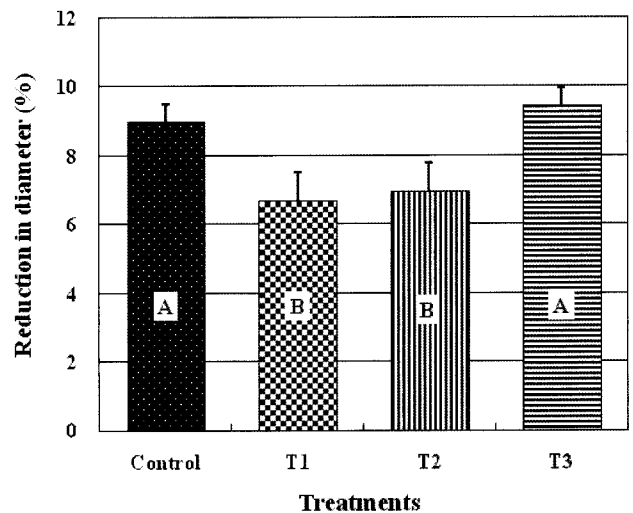


Fig. 3. Effects of hot-boning and curing conditions on reduction in diameter of ground chicken breasts. Treatments are shown in Fig. 1. A, B Means between treatments with different letters are significantly different ( $p < 0.05$ ).

염을 첨가하였을 때 강직전 식염첨가 효과는 4%에서 가장 높았고, 2% 처리구도 낮게 첨가된 처리구에 비해 높은 보수력을 나타내었다고 보고하였다. 한편, 돈육 온도체 가공육과 냉장육을 비교한 결과 온도체 가공육에서 우수한 보수력을 나타내었다(Guerrero *et al.*, 1987; Van Laack and Smulders, 1992).

가열감량과 직경감소율의 비교

Table 2는 온도체 발골 계육 가슴살을 분쇄한 후 서로 다른 조건으로 염지를 실시한 다음 다양한 가열방법 즉, 향온수조, 전기그릴, 전자레인지로 가열했을 때의 가열감량을 나타낸 것이다. Water bath로 가열하였을 때, T3 처리구가 가장 높은 감량을 나타내었고, 온도체 가공 처리구(T1, T2)가 낮은 감량을 보였다( $p < 0.05$ ). 전기그릴로 가열된 분쇄 계육은 온도체 가공후 바로 염지한 처리구(T1)가 가장 낮은 감량을 보였으며, 전자레인지로 가열된 분쇄 계육은 냉동후 해동하여 염지한 T3 처리구가 가장 높은 감량을 나타내었다. 본 실험에서 pH 수치가 높았던 T1과 T2 처리구가 낮은 가열감량을 보인 것은 높

은 pH에서 염의 첨가가 가열수율을 높여준다는 보고(Drerup *et al.*, 1981; Farouk and Swan, 1997)와 일치하는 경향을 나타내었다. 가열방법에 따라서는 전자레인지로 가열된 분쇄 계육이 처리구에 관계없이 유의적으로 다른 가열 방법에 비해 높은 감량을 나타내었다( $p < 0.05$ ). 이것은 전자렌지의 불균일한 가열에 의해 심부온도가 75°C까지 가열될 때 부분적으로 75°C보다 더 높게 온도가 상승하여 많은 감량이 발생한 것으로 사료된다(Ryynänen *et al.*, 2004). 또한 Berry와 Leddy(1984)에 따르면, 우육 패티의 가열감량은 전자레인지로 가열하였을 때 다른 가열 방법에 비해 높은 감량을 보였다고 보고한 결과와 일치하였다.

Fig. 3은 다양한 조건에 따라 염지된 온도체 발골 분쇄 계육의 직경감소율을 나타낸 것이다. 직경감소율은 T1(6.70%)과 T2 처리구(6.96%)가 대조구(9.00%)와 T3 처리구(9.44%)보다 유의적으로 낮게 나타났으며( $p < 0.05$ ), 가열감량과 유사한 결과를 나타내었다. Coon 등(1983)의 연구에 따르면, 강직전 근육에 0.5% 식염을 혼합한 것은 강직후 근육에 식염을 혼합한 것에 비하여 가열수율이

Table 2. Effects of cooking methods on cooking loss of ground chicken breasts about hot-boning and various curing methods

Cooking methods	Treatments <sup>1)</sup>			
	Control	T1	T2	T3
Water bath (%)	12.40±1.01 <sup>BY</sup>	9.49±0.61 <sup>CY</sup>	10.33±0.90 <sup>CY</sup>	14.50±1.12 <sup>AY</sup>
Electric griddle (%)	14.36±1.01 <sup>AY</sup>	11.96±0.86 <sup>CY</sup>	13.12±0.92 <sup>BY</sup>	14.92±0.73 <sup>AY</sup>
Microwave oven (%)	19.46±1.38 <sup>BX</sup>	18.19±0.99 <sup>BX</sup>	18.77±1.25 <sup>BX</sup>	20.87±1.69 <sup>AX</sup>

<sup>1)</sup>Treatments are shown in Fig. 1.

All values are mean ± standard deviation.

<sup>A-C</sup> Means in the same row with different letters are significantly different ( $p < 0.05$ ).

<sup>X,Y</sup> Means in the same with different letters are significantly different ( $p < 0.05$ ).

높았다고 하였고, Yu(2005)는 강직전 2%의 식염이 첨가된 육은 냉장이나 냉동에 관계없이 강직후 식염이 첨가된 처리구보다 유의적으로 더 낮은 가열감량을 나타내었으며, 지방이 첨가된 경우, 무지방 처리구보다 낮은 감량을 나타내었다고 보고하였다. 그러나 Boles와 Swan(1996)은 강직전 1.5%의 식염을 첨가하여 54시간 동결후 해동한 우육으로 만든 batter의 가열수율은 강직 후 식염을 첨가한 냉장처리구 간에 유의적인 차이가 없었다고 보고하였다. 한편 염지와는 관계없이 일반적으로 쇠고기에서는 온도체 발골육이 냉도체 발골육보다 유의적인 차이는 없었지만 가열감량이 적었다(Lee and Kim, 1991)고 하였다.

### 유화안정성과 단백질 용해성의 비교

고기의 유화물은 수중유적형(oil in water type)으로 원료중의 단백질이 용해되어 있는 액상에 지방을 분산시킨 것으로서 교질상태를 이루고 있다(이, 1999). 원래 물과 지방은 섞일 수 없는 상태이나 유화물이 존재할 때 교질상의 현탁액과 같은 안정된 혼합물을 이룰 수 있다. 고기의 유화물에서 근육단백질은 우수한 유화제로써 작용하여 안정화시키는 역할을 한다. 분쇄, 세절공정에서 분해된 근원섬유 단백질은 가열하는 동안 그물형태의 망상구조를 형성하여 수분을 고정시킬 뿐 아니라 지방구를 둘러싼 얇은 단백질막을 형성하여 유화력에 커다란 역할을 한다. 염(salt)의 유화력 증진은 특히 2-4%염을 이용하여 사후강직 전 사전 혼합을 하여 1.5-2.0%의 염농도를 가진 소시지를 제조할 때 그 효과가 가장 크다(Cunningham and Froning, 1972; Bernthal *et al.*, 1989). Table 3은 온도체 발골 계육 가슴살을 서로 다른 조건에서 염지 후 24시간이 경과한 다음 제조한 계육 유화물의 지방과 수분의 분리량을 나타낸 것이다. 온도체 상태에서 즉시 염지를 실시한 T1 처리구가 지방의 감량과 수분의 감량이 각각 1.19%, 8.52%로 다른 처리구에 비해 가장 적게 발생되어 가장 높은 유화력을 나타내었다( $p<0.05$ ). 그러나 냉장 및 냉동 저장 후 염지를 실시한 control과 T3 처리구는 상대적으로 낮은 유화력을 보였다. 이러한 결과는

사후강직 전 높은 pH의 조건하에서 높은 유화안정성을 보였다는 연구(Froning and Neelakantan, 1971; Sadler and Swan, 1997)와 일치하는 결과이다. Froning과 Janky(1971)와 Drerup 등(1981)은 기계발골 가공육에 소금만을 예비혼합 함으로써 유화용량과 유화안정성이 현저하게 개선된다고 하였고 소금함량이 높을수록 그 효과가 더욱 높다고 보고하기도 하였다.

단백질 용해성은 육제품에 있어 형태와 조직감을 결정짓는 중요한 가공적성이다. 단백질 추출에 가장 많이 영향을 끼치는 것이 소금이며, 그 이외에도 인산염, 원료육의 부위, 소금농도, pH, 육피의 크기에 영향을 받는다. 일반적으로 계육에 있어 가슴살이 다리살보다 단백질함량이 많아서 염용성 단백질 추출량도 많으며 육피의 크기가 작을 때 추출율은 증가한다. 식육은 냉장이나 특히, 냉동에 의한 육조직 내에 얼음 덩어리가 생겨 조직감, 보수력, 단백질 추출성 등이 떨어지는 등 품질이 저하되며, 저장기간이 길수록 고기가 변질되어 가공용 원료로 쓰기에 부적합하게 된다. 그것은 단백질이 변성되어 고유의 성질이 상실됨에 따라 가공적성이 떨어지기 때문이다. 예비염지에 의한 소금첨가(preblends)는 수용성 단백질 용해성보다는 염용성 단백질 용해성과 직접적인 관계가 있다고 하였다(Hamm, 1981). 온도체 발골 계육 가슴살을 서로 다른 조건에서 염지 후 24시간 동안 냉장보관한 다음 제조한 batter의 염용성 단백질 용해성을 Table 3에 나타내었다. 냉장저장 후 염지한 control이 64.93 mg/mL, 도계직후 염지한 T1 처리구가 67.75 mg/mL, 염지후 냉동저장한 T2 처리구는 65.73 mg/mL, 냉동저장 후 염지한 T3가 63.97 mg/mL으로 나타났으며, T4 처리구는 도계직후 염지한 T1 처리구보다 유의적으로 낮은 용해성을 보였다( $p<0.05$ ). 이러한 결과는 사후강직 전 근육의 높은 pH와 ATP를 지니는 특성에 의하여 염첨가시 단백질인 actin과 myosin이 쉽게 해리되어 팽윤이 진행되고 단백질 용해성도 증가하여 높은 보수력을 유지할 수 있다. Bernthal 등(1989)은 소금에 의한 염용성 단백질 추출량은 냉도체육보다는 온도체육에서 높고 식염농도는 1.8-2.0% 이상일 때 높았다고 하였다.

**Table 3. Comparison of emulsion capacity and protein solubility on chicken batter about hot boning and various processing methods**

Traits	Treatments <sup>1)</sup>				
	Control	T1	T2	T3	
Emulsion capacity (%)	Fat loss (%)	1.78±0.67 <sup>AB</sup>	1.19±0.56 <sup>C</sup>	1.41±0.40 <sup>BC</sup>	2.22±0.47 <sup>A</sup>
	Moisture loss (%)	12.67±0.58 <sup>A</sup>	8.52±0.44 <sup>C</sup>	10.44±0.67 <sup>B</sup>	12.74±0.70 <sup>A</sup>
	Total loss (%)	14.44±0.67 <sup>A</sup>	9.70±0.59 <sup>C</sup>	11.85±0.65 <sup>B</sup>	14.96±0.68 <sup>A</sup>
Protein solubility (mg/mL)		64.93±2.39 <sup>AB</sup>	67.75±1.96 <sup>A</sup>	65.73±3.78 <sup>AB</sup>	63.97±3.06 <sup>B</sup>

<sup>1)</sup>Treatments are shown in Fig. 1.

All values are mean ± standard deviation.

<sup>A-C</sup> Means in the same row with different letters are significantly different ( $p<0.05$ ).

## 요 약

본 연구는 계육을 도제직후 사후강직 전에 즉시 온도체 발골 후 가슴살을 분리하여 서로 다른 조건에서 염지 및 저장 후 품질특성을 조사함으로써 온도체 발골 계육의 가공 조건에 따른 육질 및 가공특성을 조사하였다. 이상의 결과를 통해서 보면 사후 강직 전 온도체 발골 후 즉시 염지하거나(T1), 즉시 염지 후 냉동한 계육의 가슴살(T2)이 냉장 및 냉동 후 염지한 계육의 가슴살(control, T3)보다 pH, 보수력, 가열감량, 직경감소를 등에서 우수한 육질 특성을 보였으며, batter 제조시 유효력과 단백질 용해성 등의 가공적성에서도 우수한 결과를 나타내어, 온도체 가공된 계육을 활용하여 제품을 제조한다면, 더 우수한 계육제품의 제조가 가능할 것으로 사료된다.

## 감사의 글

본 연구는 2008년 농림수산식품부 농림기술개발사업의 지원(과제번호: 608001-05-1 -SB410)에 의해 이루어진 것이며, Brain Korea 21 사업의 지원에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

- Amato, P. M., Hamann, D. D., Ball, H. R. Jr., and Foegeding, E. A. (1989) Influence of poultry species, muscle groups, and NaCl level on strength, deformability, water retention in heat-set muscle gels. *J. Food Sci.* **54**, 1136-1140, 1157.
- Bernthal, P. H., Booren, A. M., and Gray, J. I. (1989) Effect of sodium chloride concentration on pH, water-holding capacity and extractable protein of pre-rigor and post-rigor ground beef. *Meat Sci.* **25**, 143-154.
- Berry, B. W. and Leddy, K. F. (1984) Beef patty composition: Effects of fat content and cooking method. *J. Am. Diet. Assoc.* **84**, 654-658.
- Boles, J. A. and Swan, J. E. (1996) Effect of post-slaughter processing and freezing on the functionality of hot-boned meat from young bull. *Meat Sci.* **44**, 11-18.
- Coon, F. P., Calkins, C. R., and Mandigo, R. W. (1983) Pre- and post-rigor sectioned and formed beef steaks manufactured with different salt levels, mixing times and tempering times. *J. Food Sci.* **48**, 1731-1734.
- Cunningham, F. E. and Froning, G. W. (1972) A review affecting emulsifying characteristics of poultry meat. *Poult. Sci.* **51**, 1714-1720.
- Cuthbertson, A. (1980) Hot-processing of meat. In: Developments in meat science-1. Lawrie, R. A. (ed), Applied Science Publishers, London, pp. 61-82.
- Farouk, M. M. and Swan, J. E. (1997) Effect of pH at time of salting on the functional properties of pre-rigor beef. *Meat Sci.* **45**, 463-472.
- Drerup, L. D., Judge, M. D., and Aberle, E. D. (1981) Sensory properties and lipid oxidation in prerigor processed fresh pork sausage. *J. Food Sci.* **46**, 1659-1661.
- Fischer, C., Hamm, R., and Honikel, K. O. (1979) Changes in solubility and enzymatic activity of muscle glycogen phosphorylase in PSE muscles. *Meat Sci.* **3**, 11-19.
- Froning, G. W. and Janky, D. M. (1971) Effect of pH and salt preblending on emulsifying characteristics of mechanically deboned turkey frame meat. *Poult. Sci.* **60**, 1206-1209.
- Froning, G. W. and Neelakantan, S. (1970) Emulsifying characteristics of prerigor and post-rigor poultry muscle. Emulsifying characteristics of pre-rigor and post-rigor poultry muscle. *Poult. Sci.* **50**, 839-845.
- Gornal, A. G., Bardawill, C. J., and David, M. M. (1949) Determination of serum proteins by means of the Biuret reaction. *J. Biol. Chem.* **177**, 751-766.
- Grau, R. and Hamm, R. (1953) Eine einfache methode zur bestimmung der wasserbindung im muskel. *Naturwissenschaften* **40**, 29-31.
- Guerrero, L. I., Osborne, W. R., and Ashton, G. C. (1987) Effect of hot-boned pork on the keeping quality of fresh pork sausage. *Meat Sci.* **21**, 301-317.
- Hamm, R. (1961) Biochemistry of meat hydration. *Adv. Food Res.* **10**, 355-463.
- Hamm, R. (1981) Post-mortem changes in muscle affecting the quality of comminuted meat products. In: Development in meat science-2. Lawrie, R. A. (ed), Applied Science Publishers, London, pp. 93-124.
- Hamm, R., Honikel, K. O., and Kim, C. J. (1984) Veränderung im schweine und rindmuskel nach dem schlachten. *Fleischwirtschaft* **64**, 1387-1393.
- Honikel, K. O. and Hamm, R. (1978) Influence of cooling and freezing of miced pre-rigor muscle on the breakdown of ATP and glycogen. *Meat Sci.* **2**, 181-188.
- Korea Chicken Council. (2009) Databases: Korea Chicken Consumption. <http://www.chicken.or.kr/chicken/data/data1.htm>.
- Lee, S. and Kim, B. C. (1991) Comparative studies on the sensory quality traits and the physico-chemical properties of beef muscles in the hot and the cold boning. *Korean J. Anim. Sci.* **33**, 317-321.
- Puolanne, E. J. and Terrell, R. N. (1983) effect of salt levels in prerigor blends and cooked sausage on water binding, released fat and pH. *J. Food Sci.* **48**, 1022-1024.
- Ray, F. E., Stiffler, D. M., and Berry, B. W. (1980) Effects of hot-boning and cooking method upon physical changes, cooking time and losses, and tenderness of beef roasts. *J. Food Sci.* **45**, 769-772.
- Ryynänen, S., Risman, P. O., and Ohlsson, T. (2004) Hamburger composition and microwave heating uniformity. *J. Food Sci.* **69**, M187-M196.
- Sadler, D. N. and Swan, J. E. (1991) Chilled storage life of hot-boned, pre-rigor, salted miced beef. *Meat Sci.* **45**, 427-437.
- Sadler, D. N. and Swan, J. E. (1997) Effect of NaCl, polydextrose, and storage conditions on the functional character-

- istics and microbial quality of pre- and post-rigor salted beef. *Meat Sci.* **46**, 329-338.
27. Saffle, R. L. and Galbreath, J. W. (1964) Quantitative determination of salt-soluble protein in various types of meat. *Food Technol.* **18**, 1943-1944.
28. SAS. (1999) SAS User's Guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA.
29. Smulders, F. J. M., Marsh, B. B., Swarz, D. R., Russell, R. L., and Hoenecke, M. E. (1990) Beef tenderness and sarcomere length. *Meat Sci.* **28**, 349-363.
30. Stewart, M. K., Fletcher, D. L., Hamm, D., and Thomson, J. E. (1984) The influence of hot-boning broiler breast muscle on pH decline and toughening. *Poult. Sci.* **63**, 1935-1939.
31. Van Laack, R. L. J. M., and Smulders, F. J. M. (1992) On the assessment of water-holding capacity of hot- vs cold-boned pork. *Meat Sci.* **28**, 349-363.
32. 이성기 (1999) 계란과 닭고기의 과학. 유한문화사, 서울, pp. 162-215.

---

(Received 2009.2.16/Revised 2009.6.8/Accepted 2009.6.16)