

식염첨가 유무에 따른 계육의 부위별 가열온도에 따른 이화학적 성상과 근장 단백질 밴드의 변화

김수희 · 진구복

전남대학교 동물자원학부 및 농업과학기술연구소

Physico-chemical Properties and Changes of Sarcoplasmic Protein Bands of Chicken Meat Cuts with or without Salt during Cooking Temperatures

Soo Hee Kim and Koo Bok Chin

Dept. of Animal Science and Institute of Agricultural Science and Technology,
Chonnam National University, Gwangju, 500-757 Korea

ABSTRACT

This study was performed to measure the pH, proximate composition, physicochemical properties, changes of protein bands, Hunter color values and endpoint cooking temperature of chicken leg and breast muscles during cooking from 64 to 74°C with 2°C increments. Chicken leg had higher pH, moisture and fat contents (%) and lower protein solubility ($P<0.05$) than chicken breast. Although the cooking losses (CLs, %) of chicken muscles increased with increased cooking temperature, the addition of 2% salt did not affect CL. The redness values of chicken leg without 2% salt were higher than chicken breast, however, the addition of 2% salt reduced the differences of the redness. Protein solubility decreased with increased cooking temperatures and were not affected by the addition of salt, and no further changes were observed higher than 68°C. Protein bands having the molecular weights of 66 and 54 kDa were disappeared in the chicken leg at the cooking temperatures of 66~70°C, whereas 66, 54 and 34 kDa in the chicken breast. These protein bands could be used potential indicators to determine the endpoint cooking temperature in chicken muscles.

(**Key words** : Chicken leg and breast muscles, Protein bands, Endpoint cooking temperature)

I. 서 론

산업이 발전함에 따라 국민 소득이 증대하고
외식문화가 날로 발전함으로써 육류를 소비하
는 소비자들은 식육과 육제품에 대한 맛과 영

양 그리고 안전성에 더욱 관심을 기울이게 되
었다. 1인당 육류소비량을 살펴보면 쇠고기는
1인당 2000년 8.5 kg이던 것이 2004년부터 감소
하기 시작하여 2005년 6.6 kg으로 나타났고, 돼
지고기는 2000년 16.5 kg 이던 것이 점차 증가

Corresponding author : Koo Bok Chin, Department of Animal Science, Chonnam National University,
PukGwangju, P.O. Box 205, Gwangju, Korea 500-600, Tel : 062-530-2121, Fax :
062-530-2129, e-mail : kbchin@chonnam.ac.kr

하여 2005년 17.8 kg을 유지하였다. 가금육(닭고기) 소비량은 2000년 1인당 6.9 kg이었으나 계속 증가하여 2005년 7.5 kg을 나타내어 증가추세에 있다(농림부, 2006). 이러한 추세가 계속된다면 향후 우리나라의 닭고기 소비량은 늘어날 것으로 보이며 식육 단백질 급원으로서 식생활에서 차지하는 비중이 더욱 커질 것이다.

가열은 식품의 조직감, 외관 및 풍미를 변화시킬 뿐만 아니라 저장성을 증진시키고 식중독의 위험을 최소화시켜 주기 때문에 자주 사용되고 있는 식품 가공 방법이다 (USDA-FSIS, 1994). 육제품의 철저한 가열처리는 식중독의 위험을 없애고 식품의 품질뿐만 아니라 위생면에서도 중요한 의의를 지닌다. 그러므로 식품을 안전하게 섭취하고 질병을 예방하기 위한 적절한 가열은 매우 중요한 의의를 지닌다고 할 수 있다. 따라서 가열함에 따라 발생하는 단백질 변성을 관찰하여 단백질이 변성되거나 소실되는 온도를 찾고 이를 이용하면 식육단백질을 이용한 가열온도 측정 등과 같은 다양한 식육단백질의 연구가 수행 될 수 있을 것으로 사료된다(Kang 등, 2004).

식염은 육제품의 수율을 높이고, 육단백질을 용해시키고 지방 결합 및 보수력을 증진시켜서 조직 및 관능성에 기여한다. 더욱이 식염첨가에 의하여 미생물의 성장이 저해되어 저장성을 증진시킴으로써 식염은 육제품 제조에 꼭 필요한 첨가물이다. 특히, 식육 및 식육제품에서 인산염과 함께 사용할 경우에 제품의 가열감량을 줄이고, 식염 첨가량을 낮추어도 유사한 견고성이 부여하여 식염으로 인한 짠맛을 감소시킬 수 있다. 식염의 식육가공품에 있어서 중요한 역할을 함에도 불구하고 현대에 있어서 성인병의 원인이 됨에 따라 저염 육제품 개발에 많은 연구가 진행되고 있다(Ruusunen 등, 2005).

Hwangbo (1997) 등의 연구에 의하면 계육 특이 단백질이라고 추정되는 분자량 약 50과 38 kDa이 다른 축육과 비교 할 때 종 특이적인 성

분인 것으로 밝혀져 가열 시 특정 온도에 반응하는 특이 가열 항체를 추정 할 수 있을 것으로 사료된다. Kang 등(2004)의 연구에서는 돈육이 가열에 민감하게 반응하는 단백질 분획은 36과 66 kDa이며 이러한 단백질은 최종 가열온도 측정을 위한 지시제로 이용할 수 있을 것으로 보고하였다. Lee 등(1994)은 계육의 신선도를 측정하는 검사에서 pH, 휘발성 염기질소와 일반 세균수 보다 ATP의 분해물의 양으로 판단하는 선도판정함수 K치가 유효함을 설명하였다. Smith 등(1996)은 염지 가금육의 최종 가열온도 측정을 위한 신속한 방법으로 Lactate dehydrogenase (LDH) sandwich enzyme linked immunosorbent assay(ELISA) 방법을 개발하였다. 이와 같은 이전 연구에도 불구하고 계육의 온도에 따른 품질 변화와 근장단백질 변화에 관한 연구는 희박한 상태다.

따라서 본 연구는 계육의 가슴과 다리부위를 이용하여 식염(2%)의 첨가유무에 따라 가열온도를 증가시키면서 (64~74°C) 나타나는 이화학적 성상 및 수용성 단백질 밴드의 변화를 전기영동으로 분석하여 최종가열온도 측정을 위한 지시제를 개발하기 위하여 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시재료

계육은 일반 식육 도매점에서 가슴(breast)과 다리(leg) 부위를 구입하여 외부 표피 및 결체조직을 제거하였다. 만육시킨 후 가슴과 다리 부위 각각에 식염을 첨가하지 않은 대조구와 2%의 식염을 첨가한 처리구를 4°C 냉장고에서 하룻밤 동안 침지시켰다. 50 ml 원심분리 튜브에 침지시킨 시료를 각각 30 g씩 충전하고 1,000 rpm에서 약 5초간 원심분리한 후 기공이 생기지 않도록 밀집되게 충전시켰다. 각각의 시료들은 내부중심 온도가 64부터 74°C까지

2°C 간격으로 높여가면서 Heating Block (Model 4021167 DTC-1C, Dry Themount, Japan)에서 가열하였다. 내부 중심 온도를 맞추기 위하여 측정하고자 하는 온도 보다 약 1~2°C 높게 맞춰서 시료의 중앙에 온도계를 꽂고 최종온도에 도달하면 가열을 종료하고 곧바로 얼음 속에서 냉각시켰다.

2. 일반성분 및 pH 측정

가열하지 않은 원료계육 가슴 및 다리 부위와 내부 중심온도가 68°C까지 가열한 시료를 이용하여 일반성분을 측정하였다. 일반성분은 AOAC (1995) 방법에 의하여 실시하였다. 수분 함량은 오븐 건조법 (Dry Oven)으로 102°C에서 16~18시간 가열 및 건조하여 증발된 수분 함량을 측정하였고 조단백질 함량은 Micro Kjeldahl 법, 조지방 함량은 Soxhlet법을 이용하였다. pH는 시료 10 g과 증류수 90 ml를 균질기를 이용하여 약 30초간 균질한 후 pH meter (Model 340, Mettler-Toledo, Schwarzenbach, Switzerland)를 이용하여 5번 측정 한 후 평균값을 구하였다.

3. 수용성 단백질의 추출 및 단백질의 용해성

50 ml 원심분리 튜브에서 시료를 꺼내어 중앙 부위만 채취한 시료(10 g)와 sodium phosphate buffer (0.01 M PBS, 0.15 M NaCl, pH 7.2)를 넣고 균질기로 90초 (30초 균질, 30초 휴지) 동안 3번 반복하여 균질하였다. 균질된 시료를 30 ml 원심분리용 튜브에 넣고 원심분리기를 (Model, J-21B, Beckman Instrument, INC., Palo Alto, CA) 이용하여 10,500 x G에서 30분 동안 4°C에서 원심분리하여 상등액을 추출하였다. 상등액은 Lowry법 (1951)을 이용하여 bovine serum albumin(BSA)을 표준곡선으로 하여 단백질 함량을 측정하였다.

4. 가열감량 (Expressible moisture, EM%)

내부 중심온도를 64~74°C까지 2°C씩 증가시키면서 가열한 시료를 냉각 후 시료가 담긴 튜브를 기울려 유리되어 나온 수분의 양을 측정하여 시료의 무게에 대한 퍼센트로 가열감량을 측정하였다.

5. 육색측정

50 ml 원심분리 튜브에서 시료를 꺼내어 중심부위를 자른 후 Minolta color reader (CR-200, Minolta Corporation, Ramsey, NJ, USA)를 이용하여 명도 (Lightness, L), 적색도 (Redness, a), 황색도 (Yellowness, b)를 각각 2~3부분을 측정하여 평균값을 구하였다.

6. 전기영동 (Sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis, SDS-PAGE) 분석

전기영동 분석은 전기영동 kit (Mini-protein III electrophoresis assay unit; Bio-rad Laboratories, Richmond, CA)를 이용하여 Laemmli (1970)의 방법에 의하여 실시하였다. separation gel의 농도는 12%, stacking gel의 농도는 4%를 사용하였으며 분석에 이용되는 단백질은 100°C의 끓는 물에 4분 동안 가열한 후 전기영동의 시료로 사용하였다. gel의 각 well에 standard는 5 µg, 단백질 시료는 15 µg을 loading 하였고 Running Buffer를 이용하여 증류수와 buffer를 1:4의 비율로 5배 희석하여 사용하였으며 150 V로 약 1시간 30분 동안 분석하였다. 단백질 밴드를 0.1% Coomassie brilliant blue R-250으로 30분 동안 염색시킨 후에 증류수로 세척하여 탈색시약 (Methanol : acetic acid : water=4 : 1 : 5) 용액으로 20분 동안 탈색한 후에 10% acetic acid를 함유하고 있는 보관 용액에 보관하였다. 탈색 후 나타난 단백질 밴드들의 standard

marker와 비교하여 분자량을 산출하였다.

7. 통계 처리

본 실험은 식염 첨가유무에 따른 계육의 부위를 가열 온도를 증진시키면서 세 번 반복하여 실험하였다. 통계분석은 이원배치 분산분석으로 (Two-way analysis of variance) 소금 첨가유무에 따른 계육 부위와 가열 온도간의 상호작용의 유의차를 분석하였다. 만약 상호관계의 유의차가 발생하지 않으면 ($P>0.05$) 소금첨가와 계육 부위를 가열온도에 상관없이 종합하여 나타내었다 (Table 1). 소금첨가에 따른 계육부위와 가열온도간의 상호간의 유의차가 있으면 ($P>0.05$) 각 소금첨가에 따른 가열 온도 내에서 부위별 유의차이 또는 각 부위별내에서 가열 온도간의 차이를 나타내었다 (Tables 2, 3). 각 처리구별 또는 가열 온도별로 분산분석 후 유의차가 나타났을때 Duncan의 다중 검정법을 이용하여 유의차를 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 계육의 부위별과 식염함량에 따른 pH, 일반성분, 단백질의 용해성, 육색의 변화

계육을 가열온도에 상관없이 부위와 식염첨가에 따른 이화학적인 성분을 분석한 결과 (Table 1) pH는 다리가 6.53, 가슴이 6.20으로 다리가 유의차 있게 높았다 ($P<0.05$). 이는 pH 측정 시 다리가 6.3, 가슴이 5.7로 가슴보다 다리가 높은 경향을 나타낸 이전 연구결과와 유사하였다 (Lee 등, 1994). Kim과 Park (2001)의 결과에서도 다리가 6.73, 가슴이 5.86으로 각 연구결과별로 수치의 차이를 보였지만 전체적인 경향은 유사한 결과를 보여주었다. 반면 식염첨가에 따른 pH의 변화는 나타나지 않았다 ($P> 0.05$).

수분 함량은 다리부위가 79.25%, 가슴이 76.25%로 다리가 가슴보다 유의차 있게 높게 나타났다 ($P<0.05$). 반면 단백질 함량은 오히려 가슴

Table 1. pH, proximate composition, protein solubility, and Hunter color values (L, a, b) as affected by of chicken meat cuts and addition of salt

	Meat cut ¹⁾		Salt content ²⁾	
	Leg	Breast	0 %	2 %
pH	6.53 ^a ±0.16	6.20 ^b ±3.26	6.46 ^a ±0.18	6.27 ^a ±0.22
Moisture content (%)	79.25 ^a ±0.83	76.65 ^b ±0.65	78.53 ^a ±0.68	77.38 ^a ±0.79
Crude protein (%)	12.39 ^b ±0.15	14.62 ^a ±0.17	14.42 ^a ±0.11	12.59 ^a ±0.13
Crude fat (%)	1.78 ^a ±1.78	0.85 ^b ±0.40	1.63 ^a ±1.63	1.00 ^a ±1.00
Protein solubility (%)	13.00 ^b ±0.56	18.42 ^a ±2.40	14.92 ^a ±0.66	16.50 ^a ±2.29
Hunter L	53.93 ^a ±2.79	48.88 ^a ±1.89	52.50 ^a ±6.51	50.30 ^a ±0.71
a	9.83 ^a ±1.52	6.70 ^a ±4.38	7.40 ^a ±1.70	9.13 ^a ±2.23
b	4.93 ^a ±3.64	3.30 ^a ±1.34	4.45 ^a ±2.76	3.78 ^a ±2.23

^{a,b} Means with same row having the same superscript are not different ($P>0.05$).

¹⁾ Meat cuts : Leg = pooled date of leg with or without salt (2%); Breast = pooled data of breast with or without salt (2%).

²⁾ Salt content : 0% = leg + breast; 2% = leg with salt (2%) + breast with salt (2%).

부위가 다리부위에 비하여 더 높았으나 ($P < 0.05$), 식염 첨가량에 따른 유의적 차이가 나타나지 않았다 ($P > 0.05$). 지방 함량은 다리가 가슴보다 높았으나 미미한 차이였고, Kim과 Park (2001)의 보고에서는 계육가슴의 경우 수분이 75%, 다리는 75.18%를 나타내었으며, 단백질은 가슴이 21.81%, 다리가 19.44%, 지방은 가슴이 2.42%, 다리가 3.49%를 각각 나타내었다. 습열 가열한 계육 가슴살의 경우 수분이 66.08%, 단백질이 26.25%, 지방이 3.98%를 나타내었다 (Hwang 등, 1975). 하지만 식염첨가에 따른 일반성분의 차이는 보이지 않았다 ($P > 0.05$).

용해성 단백질의 함량은 원료육의 다리부위가 13.0%이고, 가슴부위가 18.4%로 가슴부위가 더 높은 함량을 나타내었으나 식염첨가로 인한 단백질의 용해성에 영향을 주지 않았다 (Table 1). Xiong과 Brekke(1989)는 염용성 단백질의 용해성이 가슴부위가 다리부위보다 높게 나타났으며 백색근이 많은 가슴육이 적색근이 많은 다리부위 보다 높았고 따라서 근육부가 단백질 용해성에 영향을 준 것으로 보고하였다. 반면

계육의 부위나 식염첨가에 따른 명도, 적색도와 황색도에는 영향을 주지 않았다 (Table 1).

2. 각 식염첨가에 따른 부위별 가열온도가 가열감량, 색도에 미치는 영향

식염 첨가량에 따른 근육부위와 가열온도간의 상관관계를 분석한 결과에 따라서 Table 2와 3으로 나타내었다. 식염을 첨가하지 않은 대조구의 경우 근육부위와 가열온도 상호간의 상관관계가 없는 가열감량, 단백질의 용해성, Hunter a와 b values와 식염을 2% 첨가한 처리구에서 상관관계의 유의차가 없는 pH와 Hunter a, b values는 Table 2에 나타내었다.

식염을 첨가하지 않은 대조구의 근육 부위와 가열온도에 대한 가열감량은 유의적 차이를 보이지 않았다 ($P > 0.05$). 이러한 결과는 가열온도가 증가함에 따라, 특히 70°C 이상에서 가열감량이 급격히 증가함에도 불구하고 유의차가 발생하지 않은 것은 계육 부위별로 차이가 큰 것에 기인된 것으로 판단된다. 즉 계육부위와 가

Table 2. Cooking loss (%), protein solubility (%), pH, and Hunter color values (a and b) of chicken as affected by meat cuts and various cooking temperatures

Salt	Meat cut ¹⁾		Cooking temperature(°C) ²⁾							
	Leg	Breast	22	64	66	68	70	72	74	
0%	CL	4.39 ^a	3.43 ^a	—	2.12 ^a	1.46 ^a	2.70 ^a	2.79 ^a	4.85 ^a	7.32 ^a
	PS	4.15 ^a	4.87 ^a	14.92 ^a	4.10 ^b	3.12 ^{bc}	2.55 ^{bc}	2.45 ^{bc}	2.26 ^c	2.16 ^c
	Ha	11.72 ^a	8.80 ^b	5.65 ^b	10.87 ^a	10.67 ^a	10.18 ^a	10.36 ^a	10.41 ^a	11.36 ^a
	Hb	8.61 ^a	8.78 ^a	4.45 ^b	9.17 ^a	8.95 ^a	8.82 ^a	8.99 ^a	9.11 ^a	9.25 ^a
	pH	6.47 ^a	6.31 ^b	6.27 ^a	6.41 ^a	6.41 ^a	6.41 ^a	6.42 ^a	6.38 ^a	6.42 ^a
2%	Ha	10.08 ^a	8.73 ^a	9.13 ^a	9.94 ^a	8.74 ^a	9.04 ^a	9.61 ^a	9.73 ^a	9.50 ^a
	Hb	6.32 ^a	6.88 ^a	3.78 ^b	7.06 ^a	7.34 ^a	6.42 ^{ab}	6.38 ^{ab}	6.81 ^a	7.00 ^a

^{a-c} Means with same row having the same superscript are not different ($P > 0.05$).

CL = Cooking loss; PS = Protein solubility; Ha = Hunter a values; Hb = Hunter b values;

¹⁾ Meat cut : leg and breast = pooled by cooking temperatures;

²⁾ Cooking temperature : pooled of leg and breast by cooking at 22, 64, 66, 68, 70, 72 and 74°C.

Table 3. pH, protein solubility (%), and Hunter L values of chicken as affected by meat cuts and various cooking temperatures

Salt	Meat Cut	Cooking temperature(°C)							
		22	64	66	68	70	72	74	
0 %	pH	Leg	6.71 ^{aA}	6.81 ^{aA}	6.81 ^{aA}	6.81 ^{aA}	6.83 ^{aA}	6.83 ^{aA}	6.84 ^{aA}
		Breast	6.23 ^{aB}	6.34 ^{aB}	6.34 ^{aB}	6.34 ^{aB}	6.34 ^{aB}	6.34 ^{aB}	6.34 ^{aB}
	HL	Leg	54.00 ^{bA}	71.26 ^{aA}	70.63 ^{aB}	73.18 ^{aB}	72.33 ^{aB}	74.11 ^{aB}	73.51 ^{aB}
		Breast	51.00 ^{bA}	79.91 ^{aA}	81.01 ^{aA}	82.63 ^{aA}	82.91 ^{aA}	82.70 ^{aA}	83.03 ^{aA}
2 %	PS	Leg	14.35 ^{aA}	4.01 ^{bA}	3.72 ^{bcA}	2.90 ^{bcA}	3.30 ^{bcA}	2.61 ^{cA}	2.55 ^{cA}
		Breast	18.65 ^{aA}	3.91 ^{bA}	3.09 ^{bA}	2.39 ^{bA}	2.37 ^{bA}	2.16 ^{bA}	2.15 ^{bA}
	HL	Leg	53.85 ^{aA}	64.54 ^{aB}	50.39 ^{aA}	67.83 ^{aB}	67.86 ^{aB}	68.20 ^{aB}	67.61 ^{aB}
		Breast	46.75 ^{bB}	77.61 ^{aA}	76.98 ^{aA}	77.28 ^{aA}	77.41 ^{aA}	77.05 ^{aA}	77.96 ^{aA}

^{a-c} Means with same row having the same superscript are not different (P>0.05).

^{A,B} Means with same column having the same superscript are not different (P>0.05).

HL = Hunter L value; PS = Protein Solubility.

열감량에 따른 상관관계가 발생하지 않았고 따라서 부위별로 또는 가열감량별로 통합하여 처리하여 나타난 처리구간의 차이가 처리구내의 차이보다 편차가 작음으로써 통계적인 유의차가 없음을 의미한다. 단백질의 용해성은 부위별로 차이는 없었으나 가열온도가 증가함에 따라 감소하였다. 이러한 단백질 용해성의 감소는 가열 온도가 증가함에 따라 단백질이 변성하여 용해성이 떨어진 것으로 판단된다. 적색도 (Hunter a value)는 다리부위가 가슴부위 보다 높았으나(P<0.05), 황색도 (Hunter b value)는 계육부위별 차이가 없었다(P>0.05). 적색도와 황색도는 가열이 시작된 64°C부터 오히려 증가하였으나 가열이 진행되는 동안에는 차이가 없었다. 이러한 결과는 초기 가슴육의 낮은 적색도와 황색도 값에 기인한 것으로 평가된다 (Table 2).

2%의 식염을 첨가한 처리구의 pH 결과는 다리가 가슴부위에 비하여 높았으나 색도에서는

차이를 보이지 않음으로써 식염첨가에 의하여 적색도의 차이가 미미하여졌다. 가열온도가 증가함에 따라 pH와 적색도는 차이가 없었으나 황색도만 증가하였다 (P<0.05). 또한 식염을 2% 첨가한 처리구는 가열감량이 전혀 생성되지 않았으며 이는 우육의 패티의 경우 식염첨가에 의해 가열감량을 감소시킬 수 있었다고 보고한 Huffman 등(1981)의 결과와 비교하였을 때 계육의 경우도 마찬가지로 식염첨가에 의해 가열감량을 감소시켜 보수력이 좋아졌음을 시사한다. 또한 Kang 등(2004)의 보고에서 돈육의 경우에도 식염을 첨가 한 경우 절반정도의 가열감량을 낮출 수 있다고 보고 하였으며, 식염 첨가로 인해 가열수율을 증가시켜 생산성을 높일 수 있을 것이라 사료된다.

식염을 첨가하지 않은 대조구에 있어서 계육 부위와 가열온도 사이의 상관관계의 유의차가 발견된 pH와 Hunter L value, 또한 식염을 첨가한 처리구의 경우 유의차가 있는 protein

solubility와 Hunter L value는 Table 3에 나타내었다. 대조구에 있어서 pH는 온도가 증가함에 따라 차이가 나타나지 않았으나($P>0.05$), 각 가열온도별로 부위에 따른 차이를 보여 다리가 가슴에 비하여 높았다($P<0.05$). 명도에 있어서는 부위에 상관없이 가열이 시작된 64°C부터 명도가 증가하였으며, 가열하지 않은 원료육에서는 명도의 차이가 없었으나 가열온도가 66°C 이상이 될 때부터 가슴부위의 명도가 높았다. 이는 가열에 따라 색도의 변화가 나타남을 시사한다. 2%의 식염을 첨가한 처리구의 경우 단백질의 용해성은 가열이 진행되는 64°C에서 급속히 감소하였고 가열 중 다리와 가슴부위사이의 차이는 보이지는 않았다($P>0.05$). 명도의 경우 2%의 식염을 첨가하고 가열하지 않은 경우 다리가 가슴보다 높았지만 가열함에 따라 오히려 가슴부위가 다리부위 보다 명도가 높아져($P<0.05$) 가열에 의한 명도의 변화가 나타났다. 반면 다리부위의 경우 가열이 명도에 영향을 주지는 못하였으나 가슴부위는 가열에 의하여 명도가 급격히 높아짐을 알 수 있다($P<0.05$). 근육의 골격근은 백색섬유(white fiber)와 적색섬유(red fiber)의 종류 및 상대적 함량 비에 따라 백색근과 적색근으로 구별되어 지는데, 두 종류의 근육은 성분의 조성차이 뿐만 아니라 생화학적으로도 차이가 있음이 보고되었다(Maltin 등, 1997).

3. 단백질 밴드의 변화

식염 첨가유무에 따라 가열 온도가 증가함에 따른 계육 가슴과 다리부위의 단백질 밴드의 변화는 Fig. 1과 같다. 먼저 다리부위 대조구에서 가열하지 않은 원료육은 약 7개의 밴드를 보였는데 내부중심온도를 64°C로 가열했을 시 90, 53, 30.5 kDa의 분자량을 갖는 단백질이 가열 온도의 영향을 받아 모두 사라졌다(Fig. 1 A). 각각의 가열 온도에 영향을 받은 단백질 밴드

는 66, 54, 38, 34 kDa 이었다. 66과 54 kDa의 분자량을 갖는 단백질 밴드는 68°C까지 보이다가 70°C부터 소실되었다(Fig. 1 B). 또한 대조구에서 가열하지 않았을 때 13개의 단백질 밴드를 보였지만(Fig. 1 A, C) 2%의 식염 첨가 시 약 9개의 단백질 밴드가 보여 식염에 의한 저해작용을 받았을 것으로 사료된다(Fig. 1 B, D). 가슴부위에서는 원료육의 경우 약 9개의 단백질 밴드가 보였지만 88, 64, 30.5, 30 kDa의 분자량을 갖는 단백질 밴드가 사라져 가열에 의해 영향을 받았으며 66 kDa의 분자량을 가진 단백질 밴드는 희미하게 보이다가 68°C에서 사라졌다(Fig. 1 C). 54와 33 kDa의 분자량을 갖는 단백질 밴드는 68°C까지 희미하게 보이다 사라졌으며 그 중 33 kDa의 분자량을 가진 단백질 밴드는 2%의 식염 첨가 시 저해작용을 받아 66°C까지만 보이다가 사라졌다(Fig. 1 D). 본 연구에서 첨가물과 온도에 의해 영향을 받은 단백질 밴드는 다리부위에서 66과 54 kDa이었으며(Fig. 1 A, B), 가슴부위에서는 66과 54 kDa 및 33 kDa의 분자량을 가진 단백질 밴드였다(Fig. 1 C, D). 이러한 단백질 밴드는 최종 가열 온도가 66~70°C가 될 때 급격히 소실됨으로서 가열과 직접적으로 연관이 있는 것으로 사료되며 식염 첨가 시 저해 작용을 받아 최종 가열온도가 다소 낮아졌다. Kang 등(2004)의 연구에서는 식염 및 지방을 첨가한 분쇄돈육의 가열 온도에 따른 근장단백질 변화 시 36과 66 kDa의 분자량을 갖는 근장 단백질밴드가 특이적으로 검출되었으며 여기서 나타난 36 kDa는 lactate dehydrogenase (LDH)이라고 밝혀졌는데 계육의 가슴살에서 특이적으로 나타난 33 kDa의 분자량을 갖는 단백질밴드와 유사하게 나타나는 결과를 보였다. 또한 Hwangbo 등(1997)의 연구에 의하면 계육 특이 단백질이라고 추정되는 분자량이 약 50과 38 kDa인 단백질 밴드가 종 특이적인 것으로 밝혀졌다. 결국 이들 수용성 근장 단백질들은 계육의 최종가열 온도

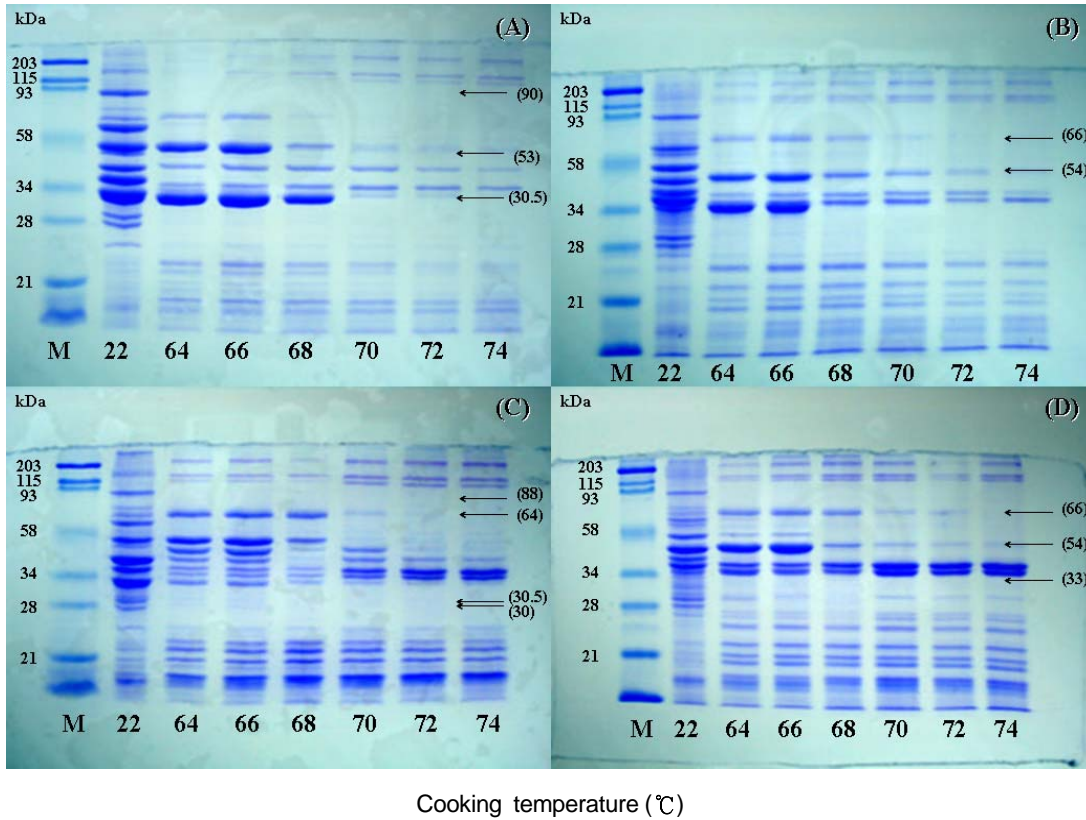


Fig. 1. Changes of protein fraction of chicken leg and breast as affected by the combination of salt and various cooking temperatures. (M: marker, A: leg, B: leg containing 2% salt, C: breast, D: breast containing salt 2%: arrow: indicated protein molecules)

측정을 위한 지시제로 사용할 수 있을 것이라고 사료된다.

IV. 요약

본 연구는 계육의 가슴과 다리부위로 식염첨가의 유무에 따라 64부터 74°C까지 2°C 간격으로 가열하는 동안 pH와 일반성분, 가열감량, 단백질 용해성, 색도 그리고 단백질 밴드의 변화를 비교 분석하였다. 총괄적인 결과에서 pH는 2%의 식염을 첨가한 것과 가열 온도별로는 차이가 없었지만 부위별로 차이를 보여 다리부위가 가슴부위 보다 높았다. 일반성분 중

수분과 지방 함량은 식염 첨가량에 따른 차이는 없었지만 수분과 지방 함량 모두 다리부위가 높게 나타났으며 반면 단백질 함량과 용해성은 가슴부위가 더 높게 나타났다. 소금첨가에 따른 결과에서 근육부위별 다리와 가슴부위의 가열감량은 유의적 차이를 보이지 않았다. 반면 2% 식염을 첨가한 처리구는 가열감량이 전혀 나타나지 않았다. 적색도는 대조구의 경우 다리가 가슴보다 높았고 황색도와 함께 가열함에 따라 증가하였다. 단백질의 용해성은 식염 함량에 따른 차이는 없었으나 총괄적인 결과와는 달리 식염을 첨가하지 않은 대조구에서는 단백질 용해성에서 부위별 차이를 나타내

지 않았다. pH, 명도와 단백질의 용해성은 식염첨가에 따른 근육부위와 가열온도 상관관계의 유의차를 보임으로써 서로 다른 양상을 보여 주었다. 대조구의 경우 pH는 다리부위가 높았고, 명도는 가열함에 따라 증가하였으며 가열시에 부위별 차이를 보였다. 반면 2%의 식염을 첨가한 처리구는 부위에 상관없이 용해성이 감소하였고 명도는 가슴육에서만 증가하여 부위별 차이를 보였다. 식염을 첨가하지 않은 다리부위에서 가열하지 않은 원료육은 약 7개의 단백질 밴드를 보였는데 내부중심온도를 64°C로 가열했을 시 90, 53, 30.5 kDa의 분자량을 갖는 단백질 밴드가 가열 온도의 영향을 받았으며 가슴부위에서는 원료육의 경우 약 9개의 단백질 밴드가 보였지만 88, 64, 30.5, 30 kDa의 분자량을 갖는 단백질 밴드가 가열에 의해 영향을 받았다. 결과적으로 가열온도와 식염처리에 영향을 받은 단백질 밴드는 다리부위에서 66과 54 kDa 이었으며 가슴부위에서는 66과 54 및 33 kDa의 분자량을 가진 단백질 밴드였다. 또한 54 와 33 kDa의 분자량을 갖는 단백질 밴드는 68°C까지 희미하게 보이다 사라졌으며 그중 33 kDa의 분자량을 가진 단백질 밴드는 2%의 식염 첨가 시 저해작용을 받아 66°C 까지만 보이다 사라졌다. 이러한 단백질 밴드는 계육의 최종가열 온도 측정을 위한 지시제로서 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

V. 인 용 문 헌

1. AOAC. 1995. Official method of analysis. 16th edition. Association Official Analytical Chemists International. Washington DC.
2. Huffman, D. L., Cross, H. R., Campbell, K. J. and Cordray, J. C. 1981. Effect of salt and tripolyphosphate on acceptability of flaked and formed hamburger patties. *J. Food Sci.* 46:34-36.
3. Hwangbo, S. and Chung, K. Y. 1997. Purification and antibody production of chicken-specific muscle protein (50 kDa). *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* 17(3):257-264.
4. Hwang C. S., Hong J. M. and Lee, K. H. 1975. Effects of cooking treatment on the composition of chicken meat (I). *Korean J. Anim. Sci.* 17(2): 184-186.
5. Kang, S. M., Chin, K. B., Cho, S. H. and Lee, J. M. 2004. Physico-chemical properties and utilization of sarcoplasmic proteins for the determination of end-point cooking temperatures of ground pork hams contain salt and fat. *Kor. J. Anim. Sci. and Technol.* 46(1):83-90.
6. Kim, Y. J. and Park, C. I. 2001. Effects of additions of activated carbon on productivity and physico-chemical characteristics in broilers. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* 21(1):24-31.
7. Laemmli, U. K. 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature.* 227:680-685.
8. Lee, J. E, Jung, I. C, Kim, M. S. and Moon, Y. H. 1994. Postmortem changes in pH, VBN, total plate counts and k-value of chicken meat. *Kor. J. Food Sci. Resour.* 14:240-244.
9. Lowry, O. H., Rosebrogh, J. M., Farr, A. L. and Randall, R. J. 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 193:265-275.
10. Maltin, C. A., Warkup, C. C., Matthews, K. R., Porter, A. D. and Delday, M. I. 1997. Pig muscle fibre characteristics as a source of variation in eating quality. *Meat Sci.* 47:237-248.
11. Park, C. I. 2002. Effect of dietary mugwort on the physico-chemical properties of chicken meat. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* 22(3):212-217.
12. Ruusunen, M., Vainionpaa, J., Lyly, M., Lahteenmaki, L., Niemisto, M., Ahvenainen, R. and 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. Smith, D. M., Desrocher, A. M., Booren, C. H.,

- Wang, C. H., Agouzied, M. M., Pestka, J. J. and Veeramuthu, G. J. 1996. Cooking temperature of turkey ham affects lactate dehydrogenase, serum albumin and immunoglobulin G as determined by ELISA. *J. Food Sci.* 61:209-212, 234.
14. USDA-FSIS. 1994. Requirements for the production of cooked beef, roast beef and cooked corn beef. Code of Federal Regulations, Title 9, Ch. 3, Part 318.17. Office of the Federal Register, National Archives and Records Administration. Washington, D
15. Xiong, Y. L. and Brekke, C. J. 1989. Change in protein solubility and gelation properties of chicken myofibers during storage. *J. Food Sci.* 54(5): 1141-1146.
16. 농림부. 2006. 주요국별 1인당 주요 육류소비량. 농림부 주요 통계. pp. 352.
(접수일자 : 2006. 11. 27. / 채택일자 : 2007. 3. 2.)