

과열증기 조리조건에 따른 닭 가슴살의 물리·화학적 및 관능 특성

오지혜·윤선·최윤[†]
연세대학교 식품영양학과

The Effect of Superheated Steam Cooking Condition on Physico-Chemical and Sensory Characteristics of Chicken Breast Fillets

Ji-Hye Oh · Sun Yoon · Yoon Choi[†]

Department of Food and Nutrition, Yonsei University

Abstract

This study attempted to investigate the optimum cooking conditions of chicken breast fillets employing the superheated steam (SHS). The effects of SHS cooking conditions on the physico-chemical and sensory properties of chicken breast fillets were studied. Chicken breast fillets for SHS cooking were treated in six different combinations of steam temperature (330°C or 350°C) and cooking time (6, 8 and 10 min). As a result, when the chicken breast fillets were cooked for 8min at 330°C and 6 min at 350°C steam, the internal temperature of the chicken breast fillets reached 75~76°C. At that cooking condition, the chicken breast fillets demonstrated lower cooking loss, higher moisture content, lower hardness and fracturability, and higher springiness; further, they had more acceptable sensory properties compared to the other SHS conditions and conventional electric oven cooking (control). These results suggest that the application of SHS technology to chicken breast fillet products can reduce the cooking time and cooking loss; moreover, it can produce highly preferred chicken products compared to conventional electric oven cooking.

Key words: superheated steam, chicken breast fillet, physico-chemical characteristics, sensory properties

I. 서론

오늘날 전세계 육류 소비량의 30% 정도를 가금류가 차지하고 있으며(FAO 2014), 이 중 계육은 소고기나 돼지고기에 비해 가격이 저렴하고 열량과 포화지방 함량은 적고 단백질 함량이 높은 편이다(Barbanti D와 Pasquini M 2005). 특히 건강한 식문화를 추구하는 현대인의 웰빙 생활 패턴에 힘입어 계육은 소비가 지속적으로 증가하고 있는 추세이다(Kim SJ 등 2007). 뿐만 아니라 식생활 패턴의 변화와 국민 소득의 증대, 육 가공 산업의 발달로 인하여 육 가공 제품이 대량 생산되고, 식생활에서 차지하는 비중이 커지면서 닭고기를 이용한 가공 제품, 즉석 식품 생산도 증가하고 있다(Heo SJ 등 2001, Jeon DS 등 2004). 닭고기 가공 제품으로는 핫도그(hot dog), 너겟(nugget), 패티(patty), 후라이드 치킨(fried chicken) 등의 편이 제품과 훈제 치킨(smoked chicken)과 같은 훈연 제

품, 가슴살을 이용한 통조림 제품 등이 있다. 뿐만 아니라 삼계탕, 닭볶음탕, 백숙, 닭죽 등 레토르트 제품까지 매우 다양한 형태로 개발되고 있다. 그 중 국내에서 닭 가슴살을 이용하여 만든 가공 제품으로는 통조림이나 훈연 제품 형태가 개발되고 있으며 고단백질, 저지방, 저콜레스테롤 함량 등의 장점을 내세워 체중조절용이나 근육 증가용으로 홍보, 판매되고 있다. 그러나 관능적으로 볼 때 닭 가슴살을 이용한 가공제품은 특유의 텁텁함과 냄새, 질감 저하 때문에 소비에 박차를 가하지 못하고 있는 실정이다(Kim SM과 Kim EJ 2009). 닭 가슴살 조리 방법에 따른 품질 특성 평가와 관련된 연구들을 살펴보면, sous vide cook-chill 시스템과 conventional cook-chill 시스템으로 생산된 닭고기 장조림의 품질 평가(Oh KS 등 2006), 식물 추출물을 첨가한 닭 가슴살을 전기 오븐과 전자레인지로 이용하여 조리 후 물리화학적 특성을 분석한 연구(Rababah TM 등 2006), 콤비 오븐을 활용하여 조리한 닭 가슴살의 품질 특성 연구(Zhuang H와 Savage EM 2008), Chinese marinade mix로 양념한 닭 가슴살을 컨벡션 오븐 조건에 따라 조리한 후 그 품질 특성을 분석한 연구(Yusop AM 등 2012), 전기 오븐에서 과열증기 주입에 따른 열처리가 닭고기의 이화학적 특성변화에 미치

[†]Corresponding author: Yoon Choi, Dept. Food and Nutrition, Yonsei University, Seoul 120-749, Korea
Tel: +82-2-2123-3570
Fax: +82-2-365-3118
E-mail: cyoon75@yonsei.ac.kr

는영향(Chung JY 등 2013) 등이 있다. 여러 연구들에서 닭 가슴살을 이용하여 조리할 때 질감이나 관능 향상을 위해 양념을 하여 조리하는 경우가 많았으며, 조리 시간이 10분 이상 소요되고, 재가열로 인한 품질저하 문제가 있었다.

최근 균일화된 조리법을 구현하고 에너지효율을 높이며 빠른 시간 안에 안전하게 조리할 수 있는 조리기구들이 개발되고 있으며, 그 중 식품의 품질 개선을 위한 방법으로 과열증기(superheated steam)가 주목을 받고 있다. 과열증기는 100°C~400°C 사이의 고온의 수증기를 재활용함으로써 에너지를 절약할 수 있고, 제품의 품질 향상, 환경오염 물질 배출 최소 등 친환경 고효율 에너지 활용 방식으로 알려져 있다(Kim OS 등 2008). 과열증기는 주로 산업적으로 제품의 건조나 저장 중 품질 유지를 위해 사용되어 왔으며, 식품 조리를 위해 활용된 연구 결과를 살펴보면, 짧은 가열시간 동안 표면은 바삭하고 노릇하게 익혀주며, 기름이 제거되어 지방 함량을 낮추고, 높은 열 전달로 식품 자체에 함유되어 있는 나트륨을 고르게 분포시켜 추가로 양념을 하지 않아도 되는 장점이 있는 것으로 보고되고 있다(Daniel NS 등 2005, Kim IS 등 2008). 또한 과열증기로 미생물의 살균 효과가 있어 저장성을 증대시키고, 식품에 닿을 때 산소가 차단되는 환경이 조성되어 비타민 C 산화, 지방 산패, 산소에 의한 갈변 현상 등을 억제하여 식품의 영양성분 조성과 이화학적 특성에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Takashi Y 2005). 이처럼 단시간에 조리가 가능하며 영양소의 파괴를 최소화하고 저장성을 증대시킬 수 있는 장점에도 불구하고 국내에서 아직 과열증기를 조리에 활용한 연구는 미비하며, 특히 식육 제품의 조리에 적용한 예는 매우 드물다. 따라서 본 연구에서는 짧은 시간에 조리가 가능하고 관능적으로 우수한 고품질의 새로운 닭 가슴살 제품을 개발하기 위해 과열증기 기술을 닭 가슴살 조리에 적용해 보고, 이화학적 품질 특성 및 관능 평가를 통해 과열증기 조리의 최적 조건을 설정해 보고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시료 준비

실험에 사용한 닭 가슴살은 ㈜하림에서 생산하는 국내산 닭 가슴살을 서대문에 위치한 중형 마트에서 2013년 5월에 일괄적으로 구입하였으며, 구입 후 냉장온도에서 2시간 이내에 두께 약 1 cm, 중량 약 100 g으로 손질한 후 대조군(전기오븐구이)과 실험군(과열증기 처리)으로 나누어 실험에 사용하였다.

2. 과열증기 처리

과열증기 기계는 Superheated steam oven (NAOMOTO,

QF5100CB-RCL, Tokyo, Japan)을 이용하였으며, 스팀온도 100°C~400°C까지 조절되고 증기 압력은 0.1 MPa로 컨베이어 벨트가 장착되어 지속가열이 가능한 상업적 규모의 장치이다. 과열증기 처리 조건은 위생적 안전과 관능적인 면을 고려하여 캐나다 식품 검사청(Canadian Food Inspection Agency 2013)에서 제시된 식품 별 내부 조리 온도의 가급류 조각 내부 온도 74°C(165°F) 이상에 해당되고, 시료가 건조되거나 타지 않는 조건을 고려하여 예비 실험을 통해 총 6가지 조건을 선별하고 샘플번호를 부여하였다(Table 1). 과열증기 기계를 가열 조건에 맞춰 미리 예열시킨 후 준비한 닭 가슴살 시료를 스테인레스 스틸 용기에 담아 컨베이어 벨트로 이동시키며 과열증기 기계 안에서 체류시켰다. 처리된 시료는 즉시 멸균된 진공포장용기에 담아 얼음 위에서 10분 동안 식힌 후 진공 포장하고, 분석에 이용할 때까지 냉장 보관하였다.

3. 전기오븐 구이

본 실험에서 대조군으로 사용할 시료는 일반적으로 닭 가슴살 구이에 많이 사용되는 전기 오븐(OV-196170, Tefal, France)을 이용하였으며, 매뉴얼에 제시된 구이 온도(약 190°C)를 선택한 후 내부 온도가 75°C가 될 때까지 가열하였으며, 처리 후 즉시 멸균된 진공포장용기에 담아 얼음 위에서 10분 동안 식힌 후 진공 포장하고, 분석에 이용할 때까지 냉장 보관하였다.

4. 내부 온도 및 중량 손실률

각 시료의 가장 두꺼운 중심부에 조리용 온도계(0-219, DRETEC, Saitama, Japan)를 꽂아 가열하는 동안 내부 온도를 측정하였다. 중량 손실률은 가열처리 조건에 따라 조리 전 시료의 중량과 조리 후 시료 중량을 측정하여 다음과 같은 식에 의해 구하였다.

$$\text{Cooking Loss (\%)} = \frac{\text{Raw Weight} - \text{Cooked Weight}}{\text{Raw Weight}} \times 100$$

Table 1. Various cooking conditions of superheated steam oven as steam temperature and cooking time

Oven temp. (°C)	Steam temp. (°C)	Cooking time (min)	Sample code
300	330	6	SH1
		8	SH2
		10	SH3
	350	6	SH4
		8	SH5
		10	SH6

5. 색도

닭 가슴살의 색도는 색도계(Chroma meter CR-400, Konica Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여 시료의 표면을 측정하였고, L값(Lightness, 명도), a값(+redness, -greenness, 적색도), b값(+yellowness, -blueness, 황색도)으로 표시하였다. 사용된 표준 백색판은 L값 97.46, a값 0.10, b값 1.75를 사용하였다.

6. pH

시료 10 g을 취해 증류수 90 mL를 넣고 homogenizer(SMT process homogenizer, SMT Co. Ltd., Tokyo, Japan)로 2분 동안 균질 후(Chun JY 등 2013), magnetic stirrer로 교반시키며 pH meter (ORION 3-Star, Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, USA)를 이용하여 측정하였으며, 5회 반복 측정 후 평균과 표준편차로 제시하였다.

7. 수분 함량

수분 함량은 105°C 상압 가열건조법으로 측정하였으며(AOAC 1998), 닭 가슴살 2 g을 알루미늄 dish에 칭량하여 드라이 오븐 105°C에서 시료의 향량이 구해질 때까지 건조 시켰으며, 건조 전과 후의 무게를 비교하였다.

8. Texture Profile analysis

닭 가슴살의 텍스처는 texture analyzer (COMPAC-100II, Sun Scientific Co, Japan)를 사용하여 Table 2의 조건으로 탄력성(springness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness), 깨짐성(fracturability), 경도(hardness)를 측정하였다(Lyon BG와 Lyon CE 1989). 샘플은 과열증기 처리 직후 내부 온도가 60°C가 될 때까지 상온에 방치한 후 측정하였다. 각 시료를 2 cm × 2 cm × 2 cm 크기로 성형한 후, 시료의 온도를 60°C로 유지하며 측정하였고, 모든 실험은 5회 반복 측정 후 평균과 표준편차로 제시하였다.

9. 미생물 측정

닭 가슴살 시료의 미생물 분석은 일반 세균, 대장균군, 살모넬라 균에 대해 실시하였다. 과열증기 처리한 닭 가슴살 시료를 냉장 온도에서 48시간 동안 저장한 후, 시

료 10 g과 0.85% 멸균 식염수 90 mL을 멸균된 filter bag에 넣고 Stomacher (Stomacher 400 lab Blender, Seward, England)로 3분 동안 균질화시킨 후 단계적으로 희석하였다. 각각의 희석액 1 mL을 건조배지(3 M Petrifilm)에 분주하여 35°C incubator에서 48시간 동안 배양 후 집락 수를 측정하였으며, colony forming units (CFU/g)로 나타내었다. 살모넬라(*Salmonella* spp.)균 진단을 위해 닭 가슴살 시료 25 g을 225 mL Buffered peptone water에 접종하여 Stomacher로 3분 동안 균질화시킨 후 37°C에서 6~8시간 동안 배양하였다. 선별 배양액 0.1 mL을 10 mL의 Rappaport - Vassiliadis (RV)에 첨가하고, 42°C에서 18~20시간 동안 배양한 뒤 선별배양이 끝난 배양액 80 µL를 살모넬라 신속 검출기(BioSign™ *Salmonella* test card, USA)를 이용하여 결과를 판독하였다(Gilbert RJ 등 2000).

10. 관능평가

과열증기 처리한 6가지 샘플에 대한 관능 검사는 식품 영양학을 전공하는 대학원생 30명을 대상으로 실시하였으며, 충분한 지식과 용어, 평가기준 등을 숙지시킨 후 평가를 진행하였다. 관능평가는 냉장유통 ready-to-eat 닭 가슴살 제품의 소비행동패턴을 고려하여 실시하였다. 즉 전기 오븐 또는 과열증기 기계로 처리 후 진공 포장한 닭 가슴살을 냉장 온도(4°C)에서 48시간 저장한 후, 항온수조(LWB-110, 대한 랩테크, Korea)를 이용하여 내부 온도 60°C가 되도록 재가열 한 뒤, 닭 가슴살 중심부를 3 cm × 3 cm × 1 cm (가로×세로×높이)씩 성형하여 일회용 플라스틱 용기에 담고 뚜껑을 씌워 무작위로 선정된 3자리 숫자를 표시한 후 관능시료로 사용하였다. 평가항목은 외관, 색, 냄새, 질감, 전체적인 기호도에 대하여 7점 척도법(1= 대단히 싫다, 7=대단히 좋다)으로 평가하였다.

11. 통계분석

본 실험에서 측정한 모든 분석 결과에 대한 통계처리는 SPSS 18.0 program을 이용하였으며, 분석 결과는 3~5회 이상 반복 실험한 값을 평균±표준편차로 산출하였고, 조리방법에 따른 품질 특성 비교는 one-way ANOVA를 이용하였으며, Duncan's multiple range test를 실시하여 95% 유의수준에서 사후검정 하였다. 또한 조리 온도, 조리 시간, 수분 함량, 중량 손실 및 texture profile 간의 상관관계는 단순 상관분석(Pearson's correlation)을 통해 95% 유의수준에서 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 내부 온도 및 중량 손실률

과열증기 처리한 닭 가슴살의 내부 온도와 중량 손실

Table 2. Measurement conditions for texture profile analysis

Item	Condition
Test mode	Table travel speed (Mode 21)
Tensile/Compression	Compression
Table Speed	60 mm/min
Probe	No.5 (Ø3 mm))
Load Cell(Max Force)	10 kg

Table 3. Internal temperature and cooking loss of chicken breast fillets treated with superheated steam

Sample	Oven temp (°C)	Steam temp (°C)	Cooking time (min)	Internal temp (°C)	Cooking loss (%)
Control	190	-	35±0.90 ¹⁾	78±0.15b ²⁾	24.89±0.37 ^b
SH1			6	74±1.82 ^a	14.00±1.63 ^c
SH2		330	8	76±4.19 ^{ab}	18.77±2.83 ^{bc}
SH3		300	10	80±2.94 ^c	28.63±1.20 ^b
SH4			6	75±1.15 ^a	18.53±1.15 ^{bc}
SH5		350	8	77±3.50 ^b	20.00±2.20 ^{bc}
SH6			10	82±2.31 ^c	30.06±0.15 ^a

¹⁾Values are mean ± SD.

²⁾Different superscripts indicate significant difference at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

를은 Table 3과 같다. 가금육의 안전성 범위를 충족 시키는 온도인 74°C에 도달하기 위해 대조군(전기 오븐 구이)은 약 35분의 가열 시간이 소요되었다. 반면 과열증기 처리는 6, 8, 10분 내에 내부 온도가 74°C 이상 도달하였으며, 스팀 온도가 높고 조리 시간이 증가할수록 내부 온도도 유의적으로 높아졌다($p < 0.05$). 중량 손실률의 경우, 대조군은 약 24%의 감량을 보였고, 과열증기 처리군의 경우, SH1은 14%, SH2은 18%, SH3은 28%였고, SH4은 18%, SH5은 20%, 그리고 SH6은 30%의 감량률을 나타내어, 스팀 온도가 높고 조리 시간이 길어질수록 중량 손실률도 증가하는 것으로 나타났다. Chun JY 등(2013)과 Barbanti D와 Pasquini M (2005)의 연구에서도 조리 시간이 길고 온도가 높을수록 중량 감량이 큰 것으로 보고되었다. 대조군과 비교했을 때 SH2~SH5는 유의적인 차이가 없었고, SH1은 중량 손실이 유의적으로 적었고, SH6는 중량 손실률이 유의적으로 크게 나타났다. 본 시료의 경우 과열증기 처리 시간이 10분 이상 되면 겉 표면이 마르고 가장자리의 그을림 현상이 보이는 등 over-cooking이 되는 것으로 관찰되었다. 이러한 결과를 살펴볼 때 과

열증기로 닭 가슴살을 처리했을 경우 330°C 또는 350°C에서 6~8분 이내로 조리 시 내부 온도도 적합하며 대조군에 비해 조리 시간이 단축되고 중량 손실률도 적은 것을 알 수 있었다.

2. 색도

과열증기 처리한 닭 가슴살의 색 변화는 Table 4에 제시하였다. L값의 경우 대조군이 과열증기 처리군과 비교해 가장 어두웠으며, 과열증기 처리군은 온도가 높을수록, 조리 시간이 길어질수록 어두워졌다. a값은 모든 군에서 유의적인 차이는 보이지 않았으나, b값은 과열증기 처리 온도가 높을수록, 시간이 길어질수록 황색도가 높아졌다. SH3와 SH6의 경우 대조군과 비교했을 때 L값과 b값 모두 유의적인 차이가 없었으며, 외관상 가장 노릇하게 구워진 것을 관찰할 수 있었다. 330°C, 8분과 350°C, 6분 그리고 330°C, 10분과 350°C, 8분을 비교했을 때 각각 색도에서 유의적인 차이가 없는 것으로 나타나 조리 온도가 높을수록 조리 시간이 단축되는 것으로 사료된다.

3. 수분 함량 및 pH

수분은 신선육 뿐만 아니라 조리된 육류의 품질에 중요한 역할을 한다. 수분 함량은 조리과정에서 손실되기 쉬우며 조리 방법, 조리 기술 등에 영향을 받으므로 최종 제품의 수분 함량 측정은 품질을 판단하는 중요한 방법 중 하나이다(Offer G 등 1989). 본 연구에서 수분 함량은 대조군이 약 64%로 SH3, SH5 그리고 SH6와 유의적인 차이가 없었다. 반면 조리 시간이 6분으로 짧은 SH1과 SH4의 경우 수분 함량이 약 67%로 가장 높게 나타나 과열증기 조리에서 수분 함량은 온도보다는 조리 시간에 영향을 많이 받는 것으로 생각된다(Table 4). Mora B 등(2011)의 연구에서 air/steam convection oven을 이용하여 많은 양의 스팀(88 ± 5%)을 이용해 조리했을 경우 닭 가슴살의 수분 함량이 65% 이상으로 유지되는 것으로 보고된 바 있다. 그러나 본 연구에서 사용한 과열증기 기계는 수증기를 더욱 가열하여 고온의 무색 투명한 기체 형태

Table 4. Color, moisture content and pH of chicken breast fillets treated with superheated steam

Items		Control	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
Color	L	51.85±0.8 ^{1)a2)}	59.22±0.81 ^d	56.57±3.03 ^c	53.72±0.72 ^{ab}	55.58±1.25 ^{bc}	54.00±0.68 ^{ab}	52.22±0.61 ^{ab}
	a	3.57±0.25	3.52±0.32	3.54±0.21	3.58±0.18	3.55±0.22	3.49±0.15	3.53±0.20
	b	21.38±0.13 ^c	17.82±0.35 ^a	19.61±1.07 ^b	21.16±0.53 ^{dc}	20.06±0.45 ^{bc}	20.55±0.14 ^{cd}	21.55±0.3 ^{6c}
Moisture content (%)		64.00±0.89 ^a	67.47±0.47 ^c	65.60±0.36 ^b	64.83±0.40 ^{ab}	67.04±0.27 ^c	65.50±0.84 ^{ab}	64.62±0.42 ^{ab}
pH		6.18±0.01	6.19±0.05	6.20±0.03	6.19±0.01	6.18±0.05	6.19±0.01	6.18±0.03

¹⁾Values are mean ± SD

²⁾Different superscripts indicate significant difference at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

로 공급하는 시스템으로 스팀양은 많지만 체류 시간이 길수록 식품의 표면이 건조되는 결과를 초래한다. 따라서 본 연구의 조리조건에서는 조리 시간이 길어질수록 수분 함량도 다소 낮아지는 것으로 생각된다.

pH는 모든 군에서 6.18~6.20으로 유의적인 차이를 보이지 않았으며(Table 4), 전기 오븐에서 과열증기(230°C)를 주입하여 닭 가슴살을 조리한 Chun JY 등(2013)의 연구에서 보인 평균 pH 5.8보다는 다소 높았으며, 전자레인지 또는 전기 오븐으로 양념한 닭 가슴살을 조리한 Rababah TM 등(2006)의 연구와는 비슷한 양상을 띠고 있었다.

4. Texture Profile analysis

과열증기 처리한 닭 가슴살의 Texture Profile Analysis (TPA) 결과는 Fig. 1과 같다. 탄력성(springiness)의 경우 SH6가 66%로 유의적으로 가장 낮게 측정 되었으며, SH1이 76%로 유의적으로 가장 높게 측정 되었다 ($p < 0.05$). 응집성(cohesiveness)의 경우, SH3와 SH6가 약58%로 유의적으로 낮게 측정 되었으며($p < 0.05$), 다른 과열증기 처리군 간에는 유의적인 차이가 없었다. 씹힘성

(chewiness)과 깨짐성(fracturability)은 SH6가 가장 높게 측정 되었으며, 경도(hardness) 역시 SH6가 4171 g/cm²로 유의적으로 가장 높게 측정 되었다($p < 0.05$). Li RR 등(1998)은 일반적으로 수분 함량이 높은 육제품의 경우 경도가 감소한다고 보고한 바 있으며, 본 연구에서도 수분 함량이 가장 낮은 SH6의 경우 경도가 가장 높았고, 수분 함량이 가장 높은 SH1의 경우 가장 낮은 경도를 나타내고 있었다. SH2와 SH4는 씹힘성, 탄력성, 경도, 응집성, 깨짐성 등 모든 TPA값에서 유의적인 차이를 나타내지 않았으며, SH3와 SH5는 씹힘성, 경도, 깨짐성에서 유의적인 차이가 없었다. 즉 스팀온도가 올라가고 조리 시간이 짧아지면 질감에 큰 차이가 없는 것으로 보인다. 대조군의 경우 과열증기 처리군과 비교했을 때 탄력성을 제외한 나머지 분석결과에서 모두 높은 수치를 나타내고 있었으며, 이는 과열증기 처리군에 비해 표면을 단단하고, 내부 조직이 잘 으깨지는 것을 의미한다. 따라서 닭 가슴살조리 시 탄력성과 응집성을 높이고 씹힘성, 깨짐성, 경도를 낮추기 위해서는 스팀을 공급하는 것이 적절할 것으로 사료된다.

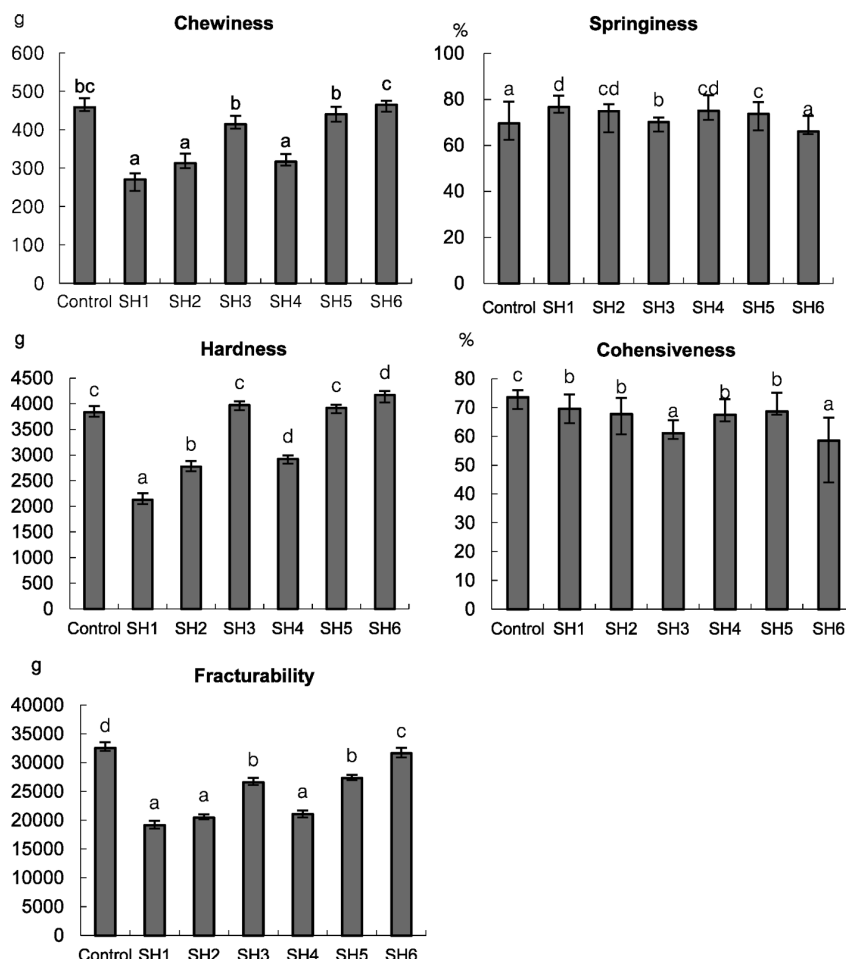


Fig. 1. Texture profile analysis of chicken breast fillets treated with superheated steam

Christensen M 등(2000)은 육류제품의 품질은 육류 근 조직의 특성, 가열 방법, 조리 시간과 온도 등에 따라 큰 영향을 받는다고 하였으며, Palka K와 Daun H(1999)은 조리 온도를 100°C 이상 증가시키면 식육의 구조를 더욱 치밀하게 만들고 근섬유의 길이가 감소되면서 수축을 일으키며 질감에 영향을 준다고 하였다. Murphy RY 등(1998)의 연구에서는 air convection oven으로 닭 가슴살 조리 시 조리 온도가 높아짐에 따라 분자량이 큰 단백질 (> 40 kDa)이 붕괴되고 폴리펩타이드 사슬이 짧아지며 분해되는 것으로 나타났다. 이와 같이 육류를 고온에서 장시간 처리하면 근섬유를 단축시키고 불가역적인 강직을 일으키며, soluble protein의 감소로 수분 함량 감소, 중량 손실률 증가를 초래한다(Shackelford AD 등 1969, Murphy RY 등 2001).

본 연구에서도 고온에서 장시간 조리한 SH6(350°C, 10 분)의 경우 다른 군에 비해 수분 함량이 낮고 중량 손실률이 크며, 경도, 씹힘성, 깨짐성은 높고 탄력성과 응집성은 낮아 위의 연구들과 비슷한 양상을 나타내고 있었다.

5. 과열증기 처리 온도, 시간과 중량손실, 수분 함량, Texture Profile Analysis와의 상관관계

과열증기 처리 조건과 물리화학적 분석 결과들의 상관관계는 Table 5에 제시하였다.

과열증기 처리에 따른 닭 가슴살의 수분 함량 및 중량 손실률은 조리 온도보다 조리 시간과 유의적인 상관관계가 있는 것으로 나타났으며, 조리 시간이 길어질수록 수분 함량은 낮아지고 중량 손실률은 늘어나는 것으로 나타났다. TPA 역시 조리 시간과 상관관계가 높은 것으로 나타났으며, 조리 시간이 길어질수록 탄력성, 응집성, 깨짐성은 감소하고 씹힘성과 경도는 유의적으로 증가하였다 ($p < 0.01$). 조리 시간 증가에 따른 수분 함량 감소는 중량 손실률을 유의적으로 증가시키며, 탄력성, 응집성, 깨짐성을 감소시키고 씹힘성과 경도는 증가시키는 것으로 나타났다($p < 0.01$).

6. 미생물 분석

계육의 경우, 털과 날개 및 분노 등을 통해 계육 피부 조직에 미생물 부착이 쉬워 도계 공정 중 미생물 오염이 쉽다(Lee SK 1999). 육류 ready-to-eat 식품의 미생물 기준을 살펴보면, 일반 세균수의 경우 만족(satisfactory) 수준 3 log CFU/g 미만, 수용(acceptable) 수준 3~4 log CFU/g으로 제시하고 있다(Gilberte RJ 등 2000). 과열증기 처리 직후부터 48시간 동안 냉장 보관한 시료의 미생물을 분석한 결과, 대조군을 포함한 모든 군에서 대장균군은 검출되지 않았으며, 살모넬라 균은 모두 음성으로 나타났다. 일반 세균도 모든 군에서 1 log CFU/g 미만으로

Table 5. Pearson correlation coefficient (r) between superheated steam conditions and physicochemical analyses

	Cooking loss (%)	Moisture content (%)	Texture profile				
			Springiness (%)	Cohesiveness (%)	Chewiness (g)	Fracturability (g)	Hardness (g)
Temperature (°C)	-0.048	-0.108	-0.305	-0.138	0.351	-0.501*	0.473*
Time (min)	0.935**	-0.910**	-0.849**	-0.806**	0.842**	-0.798**	0.835**
Cooking loss (%)	-	-0.832**	-0.868	-0.879**	0.788**	-0.693**	0.768**
Moisture content (%)	-0.832**	-	0.715**	0.694**	-0.824**	0.844**	-0.829**

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

Table 6. Sensory evaluation of chicken breast filets treated with superheated steam

Sample	Appearance	Color	Aroma	Taste	Texture	Overall acceptance
Control	4.05±1.23 ^{1) b2)}	4.20±1.15 ^c	4.10±1.41 ^b	4.40±1.27 ^{bc}	4.40±1.39 ^{bc}	4.40±1.35 ^b
SH1	2.67±0.81 ^{a1)}	2.80±0.77 ^a	3.00±0.65 ^a	3.13±0.64 ^a	2.60±0.50 ^a	2.60±0.50 ^a
SH2	5.40±1.00 ^c	5.27±1.16 ^{de}	5.13±1.18 ^c	5.00±0.92 ^{cd}	4.93±0.70 ^c	5.20±0.94 ^c
SH3	3.87±0.91 ^b	3.80±1.14 ^{bc}	3.80±1.08 ^{ab}	3.67±0.90 ^{ab}	3.40±1.18 ^b	3.67±0.81 ^b
SH4	5.13±1.06 ^c	5.60±1.24 ^c	5.20±1.14 ^c	5.73±0.96 ^d	5.73±0.79 ^d	5.67±0.90 ^c
SH5	4.20±1.51 ^b	4.47±1.80 ^{cd}	4.27±1.48 ^b	4.33±1.63 ^{bc}	4.13±1.59 ^b	4.72±1.48 ^{bc}
SH6	3.67±1.17 ^b	3.47±1.06 ^{ab}	3.73±1.10 ^{ab}	3.93±1.16 ^{ab}	3.67±1.04 ^b	3.67±0.90 ^b

¹⁾ Values are mean ± SD

²⁾ Different superscripts indicate significant difference at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

육류 RTE 제품의 만족 수준으로 나타났다(표 생략).

7. 관능평가

과열 증기 처리한 SH1~SH6 샘플에 대하여, 전체적인 기호도(Overall acceptance), 외관(appearance), 색(color), 질감(texture), 맛(taste), 냄새(aroma)를 평가하였다(Table 6). 외관과 색의 경우, SH2와 SH4가 가장 높은 기호도를 나타냈으며, SH1이 유의적으로 가장 낮은 평가를 받아($p < 0.05$), 노릇노릇한 색을 띠는 경우 기호도가 높았다. 냄새, 맛의 경우, SH2와 SH4가 유의적으로 높게 평가 받았으며($p < 0.05$), SH1이 유의적으로 가장 낮은 점수로 평가 되었다. 전체적인 기호도 평가에서 SH4와 SH2가 각각 5.67점, 5.2점으로 유의적으로 높게 평가 되었고($p < 0.05$), SH1의 기호도가 유의적으로 가장 낮게 평가 되었다 ($p < 0.05$). SH1의 경우 다른 조건에 비해 L값이 가장 크고 밝고 옅은 노란색을 띠고 있어 덜 구워진 것 같은 느낌이 있으며, 수분 함량은 가장 높지만 씹힘성과 경도가 낮아 닭 가슴살의 쫄깃함이 없어 결과적으로 전체적인 관능 결과가 낮은 것으로 생각된다. SH2와 SH4의 경우 색도 및 TPA 결과 유의적인 차이가 거의 없고 관능 검사에서도 큰 차이가 없었으나, 수분 함량이 SH4가 약간 높게 나타났다. 따라서 본 연구에서는 과열증기 처리한 총 6가지의 시료 중에서, 높은 스팀 온도에서 단시간에 조리한 SH2(330°C, 8분)와 SH4(350°C, 6분) 시료가 물리화학적인 품질 특성 및 관능평가에서 좋은 결과를 나타냈다고 결론지었다.

IV. 요약

본 연구는 여러 가지 과열증기 처리 조건이 닭 가슴살의 물리화학적 품질 특성과 관능에 미치는 영향을 분석하고, 이를 바탕으로 과열증기를 이용한 닭 가슴살의 최적의 조리 조건을 설정해 보고자 하였다. 일반적으로 많이 사용하는 전기 오븐 구이와 비교했을 때 과열증기 처리군 중 스팀 온도 330°C에서 8분과 350°C에서 6분 처리한 군에서 중량 손실률이 적고, 적절한 수분 함량을 나타냈으며, 질감에 있어 경도, 깨짐성은 낮고 탄력성이 높게 나타났고, 관능평가에서도 모든 항목에서 기호도가 높게 평가되었다. 따라서 닭 가슴살 조리 시 과열증기 기술을 적용할 경우 일반적인 전기 오븐 구이와 비교했을 때 조리시간을 단축하고 품질과 기호도가 우수한 제품을 생산할 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품부 한식세계화용역연구사업의

(한식 현지화 지원사업) 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

References

- A.O.A.C. 1998. Official Methods of Analysis of AOAC International. 16th ed., Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC. USA. p 931
- Barbanti D, Pasquini M. 2005. Influence of cooking conditions on cooking loss and tenderness of raw and marinated chicken breast meat. *LWT-Food Sci Technol* 38:895-901
- Canadian Food Inspection Agency, Food; meat and poultry products, Available from: <http://www.inspection.gc.ca>. Accessed May 10, 2013
- Christensen M, Purslow PP, Larsen LM. 2000. The effect of cooking temperature on mechanical properties of whole meat, single muscle fibers and perimysial connective tissue. *Meat Sic* 55:301-307
- Chun JY, Kwon BG, Lee SH, Min SG, Hong GP. 2013. Studies on physico-chemical properties of chicken meat cooked in electric oven combined with superheated steam. *Korean J Food Sci* 33(1):103-108
- Daniel NS, Chantal S, Son TV, Ann VL, Marc H. 2005. Influence of pretreatment conditions on the texture and cell wall components of carrots during thermal processing. *J Food Sci* 70(2):85-91
- FAO. FAOSTAT; food balance sheets. Available from: <http://faostat3.fao.org>. Accessed Jan 15 2014.
- Gilbert RJ, de Louvois J, Donovan T, Little C, Nye K, Ribeiro CD, Richards J, Roberts D, Bolton JF. 2000. Guideline for the microbiological quality of some ready-to-eat foods sampled at the point of sale. *PHLS Advisory Committee for Food and Dairy Products. Commun Dis Public Health* 3(3):163-167
- Heo SJ, Yang MO, Cho EJ. 2001. Analysis of umbelliferaeae wild plants and antioxidative activity of pork meat products added with wild plants. *J Korean Soc Food Sci* 17:456-463
- Jeon DS, Moon YH, Park KS, Jung IC. 2004. Effects of gums on the quality of low fat chicken patty. *Korean J Soc Food Sci Nutr* 33:193-200
- Kim IS, Jang AR, Jin SK. 2008. Effect of marination with mixed salt and kiwi juice and cooking methods on the quality of pork loin-based processed meat product. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37:217-222
- Kim OS, Lee DH, Chun WP. 2008. Eco-friendly drying technology using superheated steam. *Korean Chem Eng Res* 46:258-273
- Kim SJ, Choi WS, You SG, Min YS. 2007. Effect of glucomannan on quality and shelf-life of low-fat chicken patty. *Korean J Food Sci Technol* 39:55-60
- Kim SM and Kim EJ. 2009. Development of chicken breast noodles adding rubus coreanum miquel and opuntia ficus-indica var. saboten. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38(8):

1111-1117

- Lee SK. 1999. Chicken and egg science. Yuhan Munhwasa. Seoul. pp 187-202
- Li RR, Carpenter JA, Cheny R. 1998. Sensory instrumental properties of smoked sausage made with mechanically separated poultry (MSP) meat and wheat protein. *Korean J Food Sci* 63(5):923-929
- Lyon BG, Lyon CE. 1989. Texture profile of broiler pectoralis major as influenced by post-mortem deboning time and heat method. *Poult Sci* 69:329-340
- Mora B, Curti E, Vittadini E, Barnanti D. 2011. Effect of different air/steam convection cooking methods on turkey breast meat: Physical characterization, water status and sensory properties. *Meat Sci* 88:489-497
- Murphy RY, Marks BP, Marcy JA. 1998. Apparent specific heat of chicken breast patties and constituent proteins by different scanning calorimetry. *J Food Sci* 63:88-91
- Murphy RY, Johnson ER, Duncan LK, Clausen EC, Davis MD, March JA. 2001. Heat transfer properties, moisture loss, product yield, and soluble proteins in chicken breast patties during air convection cooking. *Poultry Sci* 80:508-514
- Oh KS, Kim HY, Ko SH. 2006. Evaluation of the quality of simmered chicken in soy sauce prepared with the sous vide cook-chill system과 conventional cook-chill system. *Korean J Food Cook Sci* 23(5):617-625
- Offer G, Knight P, Jeacocke R, Almond R, Cousins T, Elsey J. 1989. The structure basis of the water-holding appearance and toughness of meat and meat products. *Food Microstructure* 8:151-170
- Palka K, Daun H. 1999. Changes in texture, cooking losses, and myofibrillar structure of bovine *M. semitendinosus* during heating. *Meat Sci* 51:267-243
- Rababah TM, Ereifej KI, Al-Mahasneh MA, Al-Rababah MA. 2006. Effect of plant extracts on physicochemical properties of chicken breast meat cooked using conventional electric oven or microwave. *Poultry Sci* 85:148-154
- Shackelford AD, Childs RE, Hamann JA. 1969. Determination of bruise rates in broilers before and after handling by live bird pick up crews. US Dept. of Agr., Agr Res Serv 47-52
- Takashi Y. 2005. Collection of superheated steam technology. NTS Inc. Tokyo. Japan pp 3-83
- Yusop AM, O'Sullivan MG, Kerry JF, Kerry JP. 2012. Influence of processing method and holding time on the physical and sensory qualities of cooked marinated chicken breast fillets. *LWT-Food Sci Technol* 46:363-370
- Zhuang H, Savage EM. 2008. Validation of a combi oven cooking method for preparation of chicken breast meat for quality assessment. *J Food Sci* 73(8):s424-430

Received on Apr.16, 2014/ Revised on May27, 2014/ Accepted on May28, 2014