한국환경보건학회지, 제41권 제2호(2015)
J Environ Health Sci. 2015; 41(2): 82-89
원 저 Original articles

pISSN: 1738-4087 eISSN: 2233-8616
http://dx.doi.org/10.5668/JEHS.2015.41.2.82

가열 처리에 따른 커틀릿의 식품안전성 확보 조건
- 내부 중심온도, 색도 및 위생지표미생물을 중심으로 -

김종규 · 김중순*†

계명대학교 식품보건학부 공중보건학전공, *계명대학교 경영공학과

Effect of Cooking on the Food Safety of Cutlet
- Changes of Internal Temperature, Color, and Indicator Organisms -

Jong-Gyu Kim and Joong-Soon Kim*†

Major in Public Health, Faculty of Food and Health Sciences, Keimyung University
**Department of Industrial and Management Engineering, Keimyung University, Daegu, Korea*

ABSTRACT

Objectives: This study was performed to investigate the effect of cooking time on the internal temperature and color of cutlets and the reduction of indicator organisms in cutlets by cooking.

Methods: Three kinds of commercially packed frozen cutlets (pork, chicken and fish cutlets), were purchased from local markets. The cutlets were cooked in a frying pan at 180°C for four minutes. Internal temperature was measured with a food thermometer. Color was measured using a Hunter spectrocolorimeter. Aerobic colony counts, coliforms, and *Escherichia coli* were determined according to the Food Code of Korea.

Results: The internal cooked temperature of every cutlet reached over 74°C, the temperature considered safe, after three minutes, while external temperature reached this level in two minutes ($p < 0.001$). The instrumental color value as lightness (L) in the cooked cutlets significantly changed ($p < 0.001$) after one minute. The level of aerobic colony counts of fresh cutlets was under the specification and was reduced to one tenth its level in the cooked cutlets. Coliforms and *E. coli* were not detected in all samples. The internal temperature of the cutlets was significantly affected by cooking time and weight ($p < 0.001$). The interaction effect of time and weight was also significant ($p < 0.001$), and time was the more influential factor.

Conclusion: The results of this study indicate that the sampled cutlets should be cooked for a minimum of three minutes or more in order to ensure food safety. The results also indicate that if consumers cease cooking based on external temperature or color, there will be a risk of inadequate cooking.

Keywords: aerobic colony counts, color, cutlet, internal cooked temperature

I. 서 론

식중독을 비롯한 식품매개성질환의 발생 원인에는 여러 가지가 있으며, 대표적인 것 중 하나가 불충분한 가열이다.[1] 특히 육류 식품의 가열처리에 있어 소비자들은 대개 관능적 인지 또는 경험에 의해서 판단하는 경향이 있어 이는 불충분한 조리를 야기할 가능성이 있다. 육류 가열 처리에서 색의 변화는 시각적 감지가 중요하기는 하지만, 그러나 이러한 판단은 위생상 상당한 오류를 야기할 수 있음이 지적

†**Corresponding author:** Department of Industrial and Management Engineering, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea, Tel: +82-53-580-5289, Fax: +82-53-580-5165, E-mail: jskim@kmu.ac.kr
Received: 19 January 2015, Revised: 13 March 2015, Accepted: 13 March 2015

되었다.[2]

우리나라는 2013년 10월 개정된 식품위생법(2013.10.6)에 따라 '즉석판매제조.가공업' 취급 범위를 확대하여 식육즉석판매가공업을 신설하였다.[3] 즉 '식육가공품판매업'이 취급하는 식육가공품을 현행 즉석판매제조가공업에서 생산할 수 있는 식육가공품까지로 범위를 확대하도록 하였다. 이에 따라 식육판매업소(정육점)에서도 돈가스, 햄, 소시지를 즉석에서 제조판매 가능하게 되었다. 이러한 정황으로 돈가스를 비롯한 커틀릿 소비가 더 증가될 것으로 보인다.

커틀릿(cutlet)은 얇게 저민 소, 양, 돼지 등의 고기에 빵가루를 묻혀 기름에 지지거나 튀겨 익힌 음식으로 프랑스어의 '코틀레트(cotelrtte)'에서 유래되었다.[4,5] 우리나라에서는 쇠고기나 양고기보다 돼지고기를 이용한 것이 발달되었으며, 동양적 변신을 통해 포크커틀릿 보다는 돈가스라는 말이 보편적으로 사용되고 있다. 돼지고기를 이용한 돈가스는 가격이 비교적 저렴하여 돈가스 전문점이 생겨나고 외식산업에서 주요 메뉴로 자리 잡고 있기도 하다. 또 학교급식에서 어린이들이 가장 선호하는 세트메뉴는 미트스파게티・꼬마돈가스・핫도그・피클세트이고 주로 선호하는 메뉴는 돈가스, 감자튀김 등이었다는 설명도 있었다.[6] 또한 돈가스는 이미 10여 년 전에 한국인이 먹는 대표음식 46가지에 선정되기도 하였다.[7] 이와 같이 우리나라에서 선호되는 식품이면서 한편으로 식중독 발생에 연루되기도 하였다. 즉 학교급식 또는 일반음식점에서 돈가스가 포함된 식단으로 인한 식중독 발생이 연간 5건이나 되기도 하였다.[8]

그 동안 커틀릿과 관련된 연구가 많았지만 주로 재료의 변형이나 새로운 재료를 사용한 돈가스 개발과 이에 대한 이화학적・영양학적・관능적 평가 등이 보고되었다.[9-11] 한편으로 여러 커틀릿의 품질 또는 저장수명 등에 관한 보고가 있었다.[12-15]

이와 같이 커틀릿 품질 특성이나 재료에 관련된 연구가 많은 것과는 달리 커틀릿에 대하여 위생 및 안전성 측면에서 행해진 연구는 상대적으로 미흡하여 포크커틀릿의 보관 중 변질 여부를 세균수에 의하여 관찰한 연구 등, 극소수가 있을 뿐이다.[16] 특히 커틀릿 가열 처리 중 품온 변화를 관찰하거나 색도 또는 미생물을 측정한 보고를 국내・외적으로 찾기 어렵다.

이에 본 연구는 커틀릿 가열 시에 안전성이 확보되는 조건을 알아볼 목적으로 몇 가지 커틀릿을 가열 처리하면서 내부 중심온도와 색도를 경시적으로 관찰하고 또 가열 처리 전후의 위생지표미생물의 변화를 관찰하였다. 본 연구는 또한 나아가 식품매개성질환 발생 예방을 위한 자료로 활용되고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 시료

시중에 판매되고 있는 냉동 커틀릿을 대형 마트에서 구입하여 실험 재료로 사용하였다. 구입한 제품은 포장제품으로, 식품공전상 가열하여 섭취하는 냉동식품으로 분류되는 제품이었다.[17] 사용된 커틀릿 종류는 포크커틀릿, 치킨커틀릿 및 피쉬커틀릿이다.

커틀릿별로 크기와 무게가 다양하므로 두께가 10~15 mm인 것을 사용하였으며 화학저울(Micrgram balance, E02140, Ohaus, U.S.A.)로 무게를 측정하였다. 커틀릿 제조자별로 1회 제공량을 대개 25~30 g으로 제시하고 있으므로, 이에 따라 포크커틀릿 29.6±1.0 g, 치킨커틀릿 24.6±0.5 g, 피쉬커틀릿 34.1±1.6 g으로 처리하여 실험하였다.

2. 가열 처리방법

커틀릿 가열 또는 조리 시에 기름에 완전히 잠기게 하는 튀김 방식과 더불어 팬에 기름을 사용하여 지지는 팬 프라이 방식(pan-frying), 건식열을 이용하는 오븐조리 방식(oven baking), 오븐베이킹에 스팀을 함께 공급하는 혼합식(combination baking) 등이 제시되어 있다.[18-20] 본 연구에서 커틀릿 가열 처리는 이들 상법 중 Chae[18]의 방법을 준용하여 커틀릿의 원래 조리법인 팬 프라이 방식으로 수행하였다. 프라이팬에 각 시료별로 1/2 잠기도록 식용유를 취하여 두르고 시료를 가열 처리하였다. 가열 시간으로는 제조자나 연구자별로 1~4분으로 다양하게 제시하고 있으므로 4분간 가열 처리하였다. 팬의 온도가 180°C에 도달하였을 때를 기준으로 30초 간격으로 뒤집어 다른 쪽을 익히는 방법으로 수행하였다. 각 커틀릿별로 10개씩 시료를 처리하였다.

3. 온도 측정

가열 처리에 따른 커틀릿의 품온 변화를 알아보기

위하여 온도를 측정하였다. 온도 측정은 식품용 탐침온도계(Digital thermometer, SK-1300, Sato Keiryoki MFG. CO. LTD., Japan)를 사용해서 1분 간격으로 4분 간 수행하였다. 커틀릿 표면 온도와 내부 온도를 측정하였으며, 내부 온도는 튀김 옷을 뚫고 중심부를 재빨리 찔러 측정하였다.

4. 색도 측정

육류 제품의 가열 처리에서 색의 변화는 익었는지 여부를 판단하는 데 중요한 지표가 된다. 비록 시각적 인지가 중요하기는 하지만 불충분한 조리를 야기할 위험이 있다. 본 연구에서는 가열 처리에 따른 커틀릿의 색도 변화를 기기를 사용하여 알아보았다. 색차계(Konica Minolta CR-10, Japan)를 사용하여 커틀릿의 명도(lightness, L), 적색도(redness, a), 황색도(yellowness, b)를 측정하였다. 색도 측정은 가열한 시료를 식혀 품온이 45±2°C에 도달하였을 때 수행하였다.

5. 위생지표미생물 측정

커틀릿 시료 중 위생지표미생물로서 전반적 청결도를 알 수 있는 일반세균, 그리고 분변오염의 지표인 대장균군과 대장균을 식품공전에 따라 측정하였다(KFDA, 2010).[17] 커틀릿은 우리나라의 식품공전상 가열하여 섭취하는 냉동식품(섭취 시 별도의 가열과정을 거쳐야만 하는 냉동식품)에 해당하며, 이에 대한 기준 및 규격에서 일반세균, 대장균군 및 대장균을 제시하고 있다.

가열 처리 전 시료와 가열 완료한 시료를 식혀 품온이 45±2°C에 도달하였을 때 미생물을 측정하였다. 일반세균수는 표준평판법(혼합희석배양법)에 따라 표준한천배지(plate count agar, BD Difco, U.S.A.)를 사용하여 35±2°C에서 48시간 배양하여 측정하였다. 대장균군과 대장균은 유당배지법(multi-tube fermentation technique)에 따라 배양하여 정성하고 최확수법의 표를 통해 정량적 수치를 채택하였다. 대장균군 측정에는 유당배지(lactose broth), BGLB배지(brilliant green lactose bile broth), EMB한천배지(eosin methylene blue agar), 보통한천배지(nutrient agar) (BD Difco, U.S.A) 등을 사용하였다. 대장균 측정에는 EC배지(EC medium) (BD Difco)를 사용하였다. 대장균군은 35±2°C에서 48시간, 대장균은 44.5±1°C에서 48시간 배양하였다.

6. 자료 분석 및 통계처리

온도, 색도, 미생물 등 자료에 대한 통계분석은 Minitab(R) 16.1(Minitab Inc., PA, U.S.A.)을 이용하여 수행하였다. 수집된 자료의 평균치와 표준편차를 산출하였다. 가열 처리 시간별 온도와 색도의 차이를 알아보기 위하여 일원배치 분산분석(analysis of variance, ANOVA) 및 Duncan's multiple range test를 실시하여 차이 여부를 검정하였다. 또 내부 중심 온도와 표면 온도의 차이 여부를 알아보기 위하여, 그리고 가열 처리 전후의 미생물 차이를 알아보기 위하여 쌍체 t-검정(paired t-test)을 수행하였다. 또한 가열 처리 시간과 무게가 내부 중심 온도 및 표면 온도에 미치는 영향력을 알아보기 위하여 일반선형모형분석을 수행하였다. 가설검정에서 통계적으로 유의한 차이는 $p<0.05$를 기준으로 하였다.

III. 결 과

1. 내부 중심온도 및 표면 온도 변화

세 종류 커틀릿을 가열 처리하면서 시간별로 내부 중심온도와 표면 온도를 측정한 결과는 Fig. 1, Fig. 2 및 Fig. 3과 같다. 포크커틀릿의 경우 내부 중심온도가 1분 후에는 평균 57.0°C, 2분 후 73.8°C,

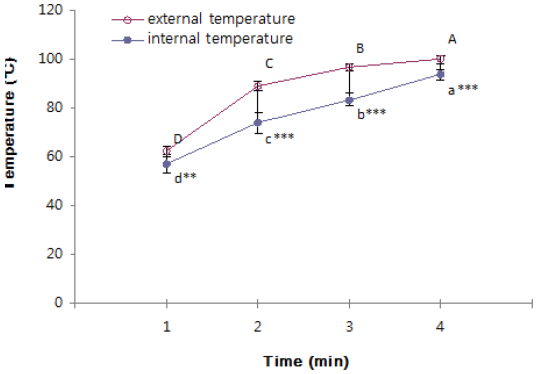

Fig. 1. Changes of internal and external temperatures of pork cutlet by time. Each point represents the mean±S.D. Means with different letters are significantly different by ANOVA and Duncan's multiple range test ($p<0.001$). The asterisks indicate significant differences between internal and external temperatures by paired t-test (**: $p<0.01$, ***: $p<0.001$).

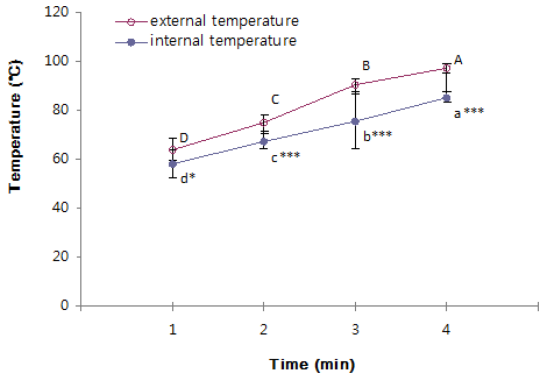

Fig. 2. Changes of internal and external temperatures of chicken cutlet by time. Each point represents the mean±S.D. Means with different letters are significantly different by ANOVA and Duncan's multiple range test ($p<0.001$). The asterisks indicate significant differences between internal and external temperatures by paired t-test (*: $p<0.05$, ***: $p<0.001$).

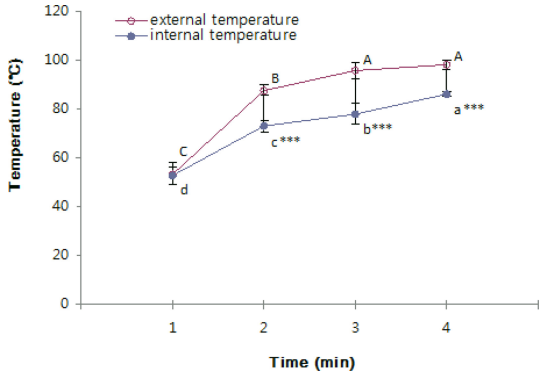

Fig. 3. Changes of internal and external temperatures of fish cutlet by time. Each point represents the mean ±S.D. Means with different letters are significantly different by ANOVA and Duncan's multiple range test ($p<0.001$). The asterisks indicate significant differences between internal and external temperatures by paired t-test (***: $p<0.001$).

3분 후 83.3°C, 4분 후 93.8°C이었다. 치킨커틀릿의 경우 내부 중심온도가 1분 후에는 평균 58.2°C, 2분 후 67.5°C, 3분 후 75.5°C, 4분 후 85.3°C이었다. 피쉬커틀릿의 경우 내부 중심온도가 1분 후에는 평균 52.5°C, 2분 후 73.2°C, 3분 후 78.1°C, 4분 후 86.0°C이었다. 시간 경과에 따라 세 종류 커틀릿의 내부 중심온도는 매분 모두 유의하게 상승하였다($p<0.001$).

시간별로 커틀릿의 표면 온도 변화를 측정한 결과 또한 Fig. 1, Fig. 2 및 Fig. 3에서 보는 바와 같다. 포크커틀릿의 경우 표면 온도는 1분 후 평균 62.2°C, 2분 후 89.0°C, 3분 후 96.9°C, 4분 후 100.0°C이었다. 치킨커틀릿의 경우 표면 온도는 매 분별로 각각 평균 64.0°C, 74.9°C, 90.3°C, 97.2°C이었다. 피쉬커틀릿의 경우 표면 온도는 매 분별로 각각 평균 53.4°C, 87.7°C, 95.8°C, 98.3°C이었다. 세 종류 커틀릿 모두 시간 경과에 따라 표면 온도가 유의하게 상승하였다($p<0.001$).

한편 세 종류 커틀릿의 가열 처리 중 내부 중심온도와 표면 온도의 차이를 비교하였다(Fig. 1, Fig. 2 및 Fig. 3). 포크커틀릿은 매 분 모두 내부 중심온도와 표면 온도 사이에 유의한 차이를 보였다($p<0.001$). 치킨커틀릿도 매 분 모두 내부 중심온도와 표면 온도 사이에 유의한 차이를 보였다($p<0.05$). 피쉬커틀릿은 1분 후에는 내부 중심온도와 표면 온도 사이에 차이가 없었지만 2분, 3분 및 4분 후에는 내부 중심온도와 표면 온도 사이에 유의한 차이를 보였다($p<0.001$).

2. 색도 변화

커틀릿을 가열 처리하면서 색차계에 의하여 측정한 색도는 Table 1과 같다. 포크커틀릿의 경우 L값은 초기 75.70에서 가열 1분 후에 55.90으로, a값은 초기 0.60에서 2분 후에 6.10으로, 그리고 b값은 초기 15.40에서3분 후에 13.10으로 유의하게 변화하였다($p<0.001$). 치킨커틀릿의 경우 L, a, b값은 초기에 각각 68.40, 9.10, 23.30이었으며 1분 후에 각각 59.40, 12.60, 28.50으로 모두 유의하게 변화하였다($p<0.001$). 피쉬커틀릿의 경우 L, a값은 초기에 84.10, 0.20이었으며 1분 후에 65.30, 0.47로, 그리고 b값은 초기에 10.10이었다가 4분 후에 16.30으로 유의하게 변화하였다($p<0.001$). L값은 세 가지 커틀릿에서 공히 1분 후에 유의한 변화를 보였다.

3. 미생물 변화

커틀릿의 가열 처리 전과 가열 처리 완료 후 일반세균수, 대장균군 및 대장균을 측정한 결과는 Table 2와 같다. 포크커틀릿의 경우 가열 전에 47.5 CFU/g이었으며 가열 처리 완료한 후 3.7 CFU/g이었다. 치킨커틀릿의 경우 가열 전에 3.3 CFU/g, 가열 처리 후 0.3 CFU/g이었다. 피쉬커틀릿의 경우 가열 전에

Table 1. Changes in the color values of cutlets during cooking

Type of cutlet	Hunter value[1)]	Time (min)					*F*	*p* value
		0	1	2	3	4		
Pork cutlet	L	75.70±0.44^{A}	55.90±0.54^{B}	51.60±1.00^{C}	45.60±0.78^{D}	43.80±0.71^{D}	315.011	0.000***
	a	0.60±0.07^{A}	3.10±0.61^{A}	6.10±0.87^{B}	9.60±0.54^{C}	9.10±0.38^{D}	48.1798	0.000***
	b	15.40±0.29^{A}	17.00±0.60^{A}	16.60±0.63^{AB}	13.80±0.83^{BC}	11.90±0.70^{C}	10.917	0.000***
Chicken cutlet	L	68.40±0.51^{A}	59.40±0.56^{B}	56.00±0.66^{C}	53.30±0.71^{D}	49.20±0.77^{E}	125.771	0.000***
	a	9.10±0.47^{C}	12.60±0.29^{B}	14.10±0.56^{AB}	15.30±0.64^{A}	15.40±0.55^{A}	25.153	0.000***
	b	23.3±0.49^{B}	28.50±0.60^{A}	26.70±0.64^{A}	26.30±0.92^{AB}	20.00±1.25^{C}	16.356	0.000***
Fish cutlet	L	84.10±0.38^{A}	65.30±0.96^{B}	55.50±1.03^{C}	49.00±0.79^{D}	44.30±0.86^{E}	355.685	0.000***
	a	0.20±0.17^{A}	0.47±0.47^{C}	5.80±0.92^{B}	10.70±0.72^{A}	10.40±0.65^{A}	71.077	0.000***
	b	10.10±0.31^{A}	17.00±1.12^{AB}	19.80±0.66^{AB}	21.10±1.41^{A}	16.30±1.27^{B}	16.757	0.000***

[1)] Hunter value: L, lightness, 0 (black) to 100 (white); a, redness, -a (green) to +a (red); b, yellowness, - b (blue) to +b (yellow). Values are the mean±S.D. Means with different superscripts in a row are significantly different by ANOVA and Duncan's multiple range test (***: p<0.001).

Table 2. Comparison of indicator bacteria of fresh and cooked cutlets on cooking

Bacteria	Type of cutlet	Fresh	Cooked	*t*	*p* value
Standard plate counts (CFU/g)	Pork cutlet	47.5±0.75	3.7±0.14	58.934	0.000***
	Chicken cutlet	3.3±0.17	0.3±0.06	16.883	0.000***
	Fish cutlet	62.6±0.58	6.8±0.21	99.760	0.000***
Total coliform (MPN/100 mL)	Pork cutlet	-	-		
	Chicken cutlet	-	-		
	Fish cutlet	-	-		
Escherchia coli (MPN/100 mL)	Pork cutlet	-	-		
	Chicken cutlet	-	-		
	Fish cutlet	-	-		

Values are the mean±S.D., -: not detected, ***: p<0.001

62.6 CFU/g, 가열 처리 후 6.8 CFU/g이었다.

세 종류 커틀릿 모두 가열 전에 비하여 가열 후 일반세균수가 유의하게 감소하였다(p<0.001). 대장균군과 대장균은 가열 처리 전후의 모든 커틀릿 시료에서 검출되지 않았다(음성).

4. 온도에 대한 가열 시간 및 무게의 교호작용효과

커틀릿 가열 처리 시간과 무게에 따라 내부 중심온도 및 표면 온도에 미치는 영향을 알아보고자 가열 시간과 세 가지 커틀릿의 무게를 총괄하여 일반선형모형분석을 수행한 결과는 Table 3 및 Table 4

Table 3. Interaction effect of time and weight on the internal temperature of cutlets

Source	*SS*	*df*	*MS*	*F*	Sig.
Weight	1235.4	2	617.7	12.56	0.000***
Time	42867.6	3	14289.2	290.60	0.000***
Weight × Time	1677	6	279.5	5.68	0.000***
Error	11211.2	228	49.2		
Total	56991.2	239			

SS: sum of squares, *df*: degrees of freedom, *MS*: mean square, ***: p<0.001

Table 4. Interaction effect of time and weight on the external temperature of cutlets

Source	*SS*	*df*	*MS*	*F*	Sig.
Weight	595.6	2	297.8	36.41	0.000***
Time	26981.5	3	8993.8	1099.66	0.000***
Weight × Time	1552.2	6	258.7	31.63	0.000***
Error	883.3	108	8.2		
Total	30012.6				

SS: sum of squares, *df*: degrees of freedom, *MS*: mean square, ***: $p<0.001$

와 같다. 커틀릿의 내부 중심온도에 있어 무게 및 시간에 따른 주효과가 유의하게 나타났다($p<0.001$). 또 무게와 시간의 교호작용도 유의하게 나타났다($p<0.001$). 내부 중심온도에 대해 시간이 75.2%, 무게가 2.2%, 그리고 두 요인의 교호작용 2.9%로 총 80.3%의 영향을 미치는 것으로 나타났다(Table 3).

커틀릿의 표면 온도에서도 역시 무게 및 시간에 따른 주효과가 유의하게 나타났다($p<0.001$). 또한 무게와 시간의 교호작용도 유의하게 나타났다($p<0.001$). 표면 온도에 대해서는 시간이 89.9%, 무게가 2.0%, 두 요인의 교호작용 5.2%로 총 97.1%의 영향을 미쳤다(Table 4).

IV. 고 찰

커틀릿의 열처리에 대한 적정 온도 기준은 별도로 마련되어 있지 않으며 고위험식품을 중심으로 안전한 가열/조리 온도가 제시되어 있다. 국가별로 육류, 어류, 패류, 난류 등에 대하여 조리 시 안전한 내부 중심온도를 조금씩 다르게 권장하고 있다. 미국에서는 다짐육에 대하여 수육은 160°F(71.1°C), 조육은 165°C(73.9°C)를 제시하였다. 돈육의 경우 160~170°F (71.1~76.7°C), 조육의 경우 165°F(73.9°C), 그리고 어육의 경우 145°F(62.8°C)를 제시하였다.[21] 캐나다도 이와 유사하나 어육의 경우 158°°F(70.0°C)를 제시하고 있다.[22] 우리나라는 식품을 조리할 때에 중심부의 온도가 74°C 이상에서 1분 이상 가열해야 함을 제시하였다.[23] 본 연구결과 세 종류 시료 커틀릿 모두 내부 중심온도가 안전한 74°C 이상에 도달하는 데는 3분이 걸렸다. 한편 표면 온도는 모두 2분 후 74°C 이상에 도달하였다.

본 연구대상 시료 커틀릿 종류별로 가열 전 시료의 색도가 매우 다르게 나타났다. 가열 처리 전 L값(명도)은 피쉬커틀릿이 가장 높고 +a값(적색도)과 +b값(황색도)은 치킨커틀릿이 가장 높았다. 이는 원재료 또는 첨가물이 다름으로 인하여 나타나는 결과일 것이다. 커틀릿을 가열 처리하면서 측정한 색도에 있어 명도는 모든 커틀릿에서 1분 후에 급격하게 낮아지며, 적색도와 황색도는 2분 또는 3분 후에 변화하였다. 이와 유사한 연구에 의하면 육류 제품인 피쉬스테이크의 가열 처리에 따라 명도가 유의한 음의 상관을 갖는다고 하였다.[24] 그러므로 커틀릿을 비롯한 육류의 가열 처리에서 색도는 온도와 시간에 따라 영향을 받는다고 할 수 있으며 특히 명도가 가장 빨리, 그리고 많이 변화하는 것으로 보인다.

본 연구에서는 커틀릿 가열 처리에서 내부 중심온도와 색도 뿐만 아니라 위생지표미생물 변화를 관찰함으로써 안전성을 더욱 확인하고자 하였다. 시료 커틀릿의 일반세균수는 가열 처리 전에 10^0~10^1 CFU/g 수준이었다. 커틀릿에 대한 미생물 기준이 마련되어 있지 않지만, 이는 우리나라의 식품공전상 가열하여 섭취하는 냉동식품의 세균수 허용기준치인 1,000,000 CFU/g 이하로 기준에 적합하다.[17] 가열 처리 완료 후 모든 커틀릿에서 일반세균수가 10 CFU/g 이하로 가열 전에 비하여 10% 수준으로 낮아졌다. 가열 처리에 따른 세균수의 감소가 확실함을 나타내었다. 또한 모든 시료에서 대장균군과 대장균은 검출되지 않았으므로, 분변오염의 가능성은 없었으며 또 기준(대장균군 10 CFU/g, 대장균 0 CFU/g)에 적합하다.[17] 유사한 연구로 피쉬스테이크 가열 처리 시에 일반세균수가 4.9×10^4 CFU/g에서 1×10^2 CFU/g 이하로 감소하였다는 보고가 있었다.[24] 본 연구결과와 더불어 커틀릿이나 스테이크와 같은 육류제품을 가열 처리하면 세균수가 1/10 수준 이하로 감소하는 것으로 볼 수 있다.

본 연구결과에서 세 종류 커틀릿의 명도가 1분 후에 모두 유의하게 상당히 변화하였으므로 만일 소비

자가 색에 대한 시각적 인지에 따라 1분 또는 2분 후에 익었다고 생각하여 가열을 중단한다면, 이는 식품안전상 위험한 판단이 된다. 가열 1분 또는 2분 후 내부 중심온도는 아직 52.5~68.2°C 또는 67.5~73.8°C에 있기 때문이다. 또 만일 표면 온도만을 보아 2분 정도에 가열을 마치게 되면 역시 불충분한 조리의 위험이 내재되는 것이다. 본 연구대상 시료 크기/무게의 커틀릿을 가열 처리할 경우 3분 이상 가열하고 또 여기서 1분 이상 기다려 완료하여야 안전성이 확보되는 것이며, 반드시 식품용 온도계로써 내부 중심온도를 확인하여야 함이 제시된다.

육류와 관련된 연구로 내부 온도를 몇 가지(62.8~79.4°C)로 달리하여 가열 처리한 돈육에 대해서 관능적 평가 결과, 고기의 연도나 다즙성 등은 가열 온도, 지방, 색도(L값) 등과는 관련이 없다는 보고가 있었다.[25] 즉 내부 온도를 74°C 이상으로 가열 처리할지라도 색을 비롯한 선호도나 관능성에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 볼 수 있다.

본 연구에서 또 커틀릿의 안전한 온도에 도달하는 조건에 미치는 시료 무게와 시간의 영향을 알아본 결과, 시간이 미치는 주효과가 내부 중심온도에서 75.2%, 표면 온도에서 89.9%로 무게보다는 시간의 영향이 훨씬 큰 것으로 나타났다. 특히 표면 온도의 경우 시간의 영향이 더욱 지대하였다. 본 연구의 이러한 결과는 내부 중심온도가 표면 온도에 비해서 천천히 상승함을 과학적으로 뒷받침한다. 즉 시간의 주효과를 기준으로 본다면 표면 온도는 내부 중심온도보다 1.2배 정도 빠르게 상승함을 제시할 수 있다. 시료의 무게는 2% 내외로 약간의 영향을 미쳤고, 무게와 시간의 교호작용 또한 유의한 영향을 미쳤지만 2.9~5.2%에 그쳤다.

커틀릿을 대상으로 가열 처리과정 중에 온도 변화나 무게-온도, 또는 시간-온도의 영향을 실험한 보고를 아직 찾지 못하여 본 연구결과를 비교하기 어렵다. 본 연구에서는 세 종류의 커틀릿만을 대상으로 실험하여 제한적이며, 앞으로 더 다양한 종류의 커틀릿을 대상으로 안전한 내부 중심온도에 도달하는 조건을 더욱 탐구할 필요가 있다. 그럼에도 본 연구결과는 커틀릿 가열 처리에 있어 안전한 조건을 실험적 근거로써 제시하였다는 의의를 가질 수 있으며, 소비자를 위한 식품안전 교육과 홍보에 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

V. 요약 및 결론

본 연구는 커틀릿 가열 처리에서 내부 중심온도, 색도 및 위생지표미생물의 변화를 관찰하여 안전성이 확보되는 조건을 알아보고자 하였다. 시판 커틀릿 세 종류(포크커틀릿, 치킨커틀릿, 피쉬커틀릿)을 팬 프라이 방식에 따라 4분간 가열 처리하여 내부 중심온도 및 표면 온도, 명도(L), 적색도(a) 및 황색도(b) 등 색도 변화를 관찰하였으며, 일반세균, 대장균군, 대장균 등을 측정하였다. 세 종류 시료 커틀릿의 온도는 시간 경과에 따라 유의하게 상승하였으며($p<0.001$), 가열 처리 3분 후 모든 커틀릿의 내부 중심온도가 안전한 온도(74°C 이상)에 도달하였으며 표면 온도는 2분 후에 이미 74°C 이상에 도달하였다. 커틀릿의 내부 중심온도에 가열 처리 시간과 무게의 주효과, 그리고 시간과 무게의 교호작용이 모두 유의한 영향을 미쳤으며($p<0.001$) 가열 시간의 주효과가 가장 컸다. 시료 커틀릿의 색도에 있어 L값은 모든 커틀릿에서 가열 처리 1분 후에 유의하게 낮아졌다($p<0.001$). 시료 커틀릿의 일반세균수는 가열하여 섭취하는 냉동식품의 기준에 적합하였으며 가열 처리 후에 1/10 이하로 감소하였다. 대장균군과 대장균은 모든 시료 커틀릿에서 검출되지 않았다. 이로부터 연구대상 시료 커틀릿 가열 처리에서 내부 중심온도 변화에 커틀릿의 무게보다는 시간의 영향이 더 크며 연구대상 시료 커틀릿 가열 처리에서 안전한 조건에 도달하기 위해서는 최소한 3분이 필요함이 제시된다. 가열 1분 후부터 명도가 급격히 변화하고 또 2분 후에 표면 온도가 74°C 이상이므로 만일 소비자가 색도나 표면 온도를 기준으로 열처리를 완료한다면 불충분한 조리의 위험이 내재되므로 안전성을 확보할 수 없게 된다. 그러므로 관능적 평가보다는 식품용 온도계를 상용화하여 내부 중심온도를 확인함이 필요하다. 본 연구에서는 세 종류의 커틀릿만을 대상으로 실험하여 제한적이며, 앞으로 더 다양한 종류의 커틀릿을 대상으로 실험하여 시간-무게-온도의 수리적 모델을 탐구할 필요가 있다.

References

1. Santos MV, Zaritzky N, Califano A. A control strat-

egy to assure safety conditions in the thermal treatment of meat products using a numerical algorithms. *Food Con.* 2010; 21(2): 191-197.
2. Rinaldi M, Chiavaro E, Massini R. Real-time estimation of slowest heating point temperature and residual cooking time by coupling multipoint temperature measurement and mathematical modelling: application to meat cooking automation. *Food Con.* 2012; 23(2): 412-418.
3. Ministry of Government Legislation (KMGL). Food Sanitation Act, Animal Slaughter and Meat Control Act. Sejong: KMGL Press; 2013.
4. Wikipedia. Cutlet. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Cutlet. [accessed 20 March 2014].
5. Park KS, Choi YS, Kim HW, Song DH, Lee SY, Choi JH, et al. Effects of wheat fiber with breading on quality characteristics of pork loin cutlet. *Korean J Food Sci Ani Resour.* 2012; 32(4): 504-511.
6. Ministry of Education and Human Resources Development (MEHRD). Strategy for improving satisfaction of school meals. Seoul: MEHRD Press; 2007.
7. Moon JS, Lee HS. Dietary intake and risk assessment of contaminants in Korean foods. Osong: KFDA Press; 2003.
8. Korea Food and Drug Administration (KFDA). Food poisoning statistics. Osong: KFDA Press; 2004.
9. Kim EB, Kim EJ, Lee HN, Lee MK, Oh JS, Kim SO, et al. The quality characteristics of soy cutlets using textured soy protein treated with different enzymes. *Korean J Food Cul.* 2008; 23(4): 507-513.
10. Jo SH, Park BY, Wyi JJ, Hwang IH, Kim JH, Chae HS, et al. Physico-chemical and sensory characteristics of pork cutlet containing ginseng saponin. *J Anim Sci Technol*. 2003; 45(4): 633-640.
11. Han KS, Jeon HJ, Kim YB, Lee JH. Sensory and nutritional characteristics of stuffed pork cutlet with kimchi, pineapple, and seasoned small green onion. *Korean J Culinary Res*. 2002; 8(2): 217-226.
12. Ahamed ME, Anjaneyulu ASR, Sathu T, Thomas R, Kondaiah N. Effect of different binders on the quality of enrobed buffalo meat cutlets and their shelf life at refrigeration storage (4 ± 1^{o}C). *Meat Sci.* 2007; 75(3): 451-459.
13. Marty-Mahe P, Loisel P, Fauconneau B, Haffray P, Brossard D, Davenel A. Quality traits of brown trouts (*Salmo trutta*) cutlets described by automated color image analysis. *Aquaculture* 2004; 232(1-4): 225-240.
14. Pandey NK, Yadav AS. Quality and shelf-life evaluation of egg cutlets prepared incorporating chicken meat. *Fleischwirtschaft International* 2012; 27(4): 74-76.
15. Vijayakumar KS, Biswas S. Quality and storage stability of enrobed duck cutlet. *J Food Sci Technol*. 2006; 43(2): 154-156.
16. Horváth KM, Seregely Z, Dalmadi I, Andrassy E, Farkas J. Estimation of bacteriological spoilage of pork cutlets by electronic nose. *Acta Microbiologica Hungarica.* 2007; 54(2): 179-194.
17. Korea Ministry of Food and Drug Safety (KMFDS). Food Code of Korea. Osong: KMFDS Press; 2014.
18. Chae YC. Quality characteristics of pork cutlet by cooking method. *Korean J Food Cook Sci.* 2005; 21(4): 490-495.
19. Kim IC. Effect of combisteamer oven cooking condition on quality characteristics of pork cutlets. *J Korea Acad Industr Coop Soc*. 2011; 12(7): 3123-3129.
20. Kim IC, Jang KH, Lee WJ. Effect of brown crumbs on quality characteristics of oven cooked pork cutlets. *J East Asian Soc Diet Life*. 2011; 21(3): 331-337.
21. U.S. FDA/Partnership for Food Safety Education. Cook: Cook to proper temperatures. Available: http://www.fightbac.org/safe-food-handling/cook [accessed 20 March 2014].
22. Health Canada Healthy Canadians: Safe internal cooking temperatures. Available: http://healthycanadians.gc.ca/eating-nutrition/safety-salubrite/cook-temperatures-cuisson-eng.php. [accessed 20 March 2014].
23. Korea Food and Drug Administration (KFDA). Cooking and handling methods that you can easily practices: A guide to food safety. Osong: KFDA Press; 2009.
24. Dhanapal K, Reddy GVS, Naik BB, Venkateswarlu G, Reddy AD, Basu S. Effect of cooking on physical, biochemical, bacteriological characteristics and fatty acid profile of tilapia (*Oreochromis mossambicus*) fish steaks. *Arch Appl Sci Res*. 2012; 4(2): 1142-1149.
25. Moeller SJ, Miller RK, Aldredge TL, Logan KE, Edwards KK, Zerby HN, et al. Trained sensory perception of pork eating quality as affected by fresh and cooked pork quality attributes and end-point cooked temperature. *Meat Sci.* 2010; 85(1): 96-103.