

조리과정 중 중심부 온도의 변화 - 만두를 중심으로

Changes of Internal Temperature during the Cooking Process of Dumpling (Mandu)

김종규·김중순*

계명대학교 공중보건학과 · 계명대학교 경영공학과*

Kim, Jong-Gyu · Kim, Joong-Soon

Dept. of Public Health, Keimyung University, Daegu, Korea

Dept. of Industrial and Management Engineering, Keimyung University, Daegu, Korea

Abstract

The temperature changes of dumpling(mandu) during cooking process were examined and the effects of time-temperature and/or time-size interactions on internal temperature were studied. Mandu was purchased from local markets and classified by its weight(small, medium, and large). Boiling, steaming, pan frying, and deep fat frying were adopted. Internal temperature was measured with a food thermometer in every one minute. The internal temperature of mandu increased over time in every cooking process($p<0.05$). After three minutes the internal temperature of mandu in boiling, pan frying, and deep fat frying reached over at 74°C , which is high enough temperature to kill the harmful bacteria, but not in steaming. The internal temperature of mandu was significantly affected by cooking time, size, and both in boiling, steaming, and deep fat frying($p<0.05$). There were significant differences between the internal and surface temperatures of mandu in the cooking processes except pan frying in three minutes($p<0.05$). The results of this study indicate three minutes' cooking of the mandu by boiling, pan frying, and deep fat frying is safe enough to eat. However, longer steaming time is needed in order to reach safe temperature. This study also indicates the cooking time and size of mandu appear to be major factors in determining the internal temperature achieved at 74°C . More research is needed to check time to reach a safe temperature in the cooking process of mandu by steaming.

Keywords: internal temperature, cooking, time-temperature interaction, time-size interaction, dumpling (mandu)

I. 서론

만두(饅頭)는 밀가루나 메밀가루를 반죽하여 펴 얇게 만든 만두피 속에 당면, 채소, 육류 등의 소(음식)를 넣고 싸서 빚어 찌거나 삶거나 튀긴 음식이다(Lee *at al.*, 2012; Wikipedia, 2013). 한국에서는 만두(mandu), 중국에서는 '만터우'(mántóu), 일본에서는 '만쥬'(まんじゅう, manjū)라

고 부른다. 세 나라에서 만두는 각각 다르게 발달하였다. 한국에서 만두는 만두피 속에 소를 넣고 조리한 음식을 통칭하는 말이다. 식품공전에서는 만두를 '식육, 채소류 등의 혼합물을 만두피 등으로 성형한 것'이라고 규정하고 있다(KFDA, 2010).

한국의 만두는 속에 채워 넣는 만두소를 달리하여 다양한 식품을 즐길 수 있는 특성이 있다. 만두소로 김치, 두

* Corresponding author: Kim, Joong-Soon
Tel: 82-53-580-5289, Fax: 82-53-580-5165
E-mail: jskim@kmu.ac.kr

부, 숙주 등 기본 재료와 양념 외에 다양한 육류, 채소류 등이 사용되어 왔다(Bok, 2008). 이렇게 속에 넣은 음식에 따라 만두의 이름이 달라지기도 하지만 대개 조리 상 가열 처리, 즉 익히는 방식에 따라 물만두, 찜만두, 군만두, 튀김만두 등으로 부른다.

과거에는 주로 가정에서 만두를 빚어 먹었지만 우리나라 식품산업에서 만두를 출시하면서, 이제 만두는 국민들이 일상적으로 섭취하는 식품 중의 하나가 되었다. 만두 산업은 특히 냉동만두를 중심으로 운영되고 있으며, 20여 년의 역사 속에 만두는 연간 생산량 9만여 톤으로 200여 국민다소비식품 중 40위 정도를 차지하는 식품이 되었다. 이러한 소비량은 국민 한 사람이 연간 100여 식을 먹을 정도로 추산된다(Kang, 2004). 오래 전부터 만두를 만들거나 조리하는 방법에 대해서는 수 없이 많은 자료가 있으나 만두에 대한 학술적 연구는 그리 많지 않다. 지금까지 만두에 관하여 연구 보고된 바로는 만두에 대한 문헌적 고찰(Bok, 2008), 만두에 대한 관능적 실험(Lee *et al.*, 2012), 재료를 달리한 만두피의 품질특성(Pyun *et al.*, 2001), 만두제품의 개발(Lee *et al.*, 2013) 또는 기능성 만두제품의 마켓 테스트(Chang & Hwang, 2006), 만두의 저장성 관련 연구(Kim *et al.*, 1995), 그리고 최근의 불량만두소 사건에 대한 윤리적 지적(Kim, 2011) 등이 있다. 한편 만두의 제조에 대한 HACCP 적용으로 냉동만두류의 제조공정 중 증숙(증자)과 이물(금속) 검출이 중요관리점(CCP)으로 제시되어 있다(Chun, 2004). 그렇지만 만두에 대하여 조리과정 중 온도 변화를 측정하거나 중심부 온도를 관찰한 보고가 국내·외적으로 거의 없다.

한편 국가별로 육류 등 잠재적 위해식품을 중심으로 안전한 조리 온도를 권장하고 있다. 대개 육류, 어류, 패류, 난류 등에 대하여 조리 시 안전한 중심부 온도를 제시하였으며, 우리나라에서도 식품의약품안전청에서 식품을 조리할 때에 중심부의 온도가 74°C 이상에서 1분 이상 가열해야 함을 제시하였다(Health Canada, 2013; KFDA, 2009a; U.S. FDA, 2013). 또 식품의약품안전청에서 발간한 식품 위생관리매뉴얼, 집단급식소위생관리매뉴얼 등에서는 가열 조리가 필요한 냉동식품은 철저히 가열·조리하고 탐침온도계를 사용하여 중심온도를 확인할 것을 제시하고 있다(KFDA, 2009b; KFDA, 2009c). 가열 조리하는 식품 중 냉동 만두는 대량조리가 필요한 각종 집단급식에 유통하여 자주 이용되는 편이다. 그렇지만 우리나라 식중독 사건 중 만두(만두, 만두튀김, 만두국 등)가 추정 원인식품 중에 포함된 경우가 수 건 있었다(KFDA, 2004). 또 만두

국이 원인이 된 식중독 사건이 있었다(KMEHRD, 2005).

최근에는 즉석조리식품으로서 김밥과 더불어 가장 흔히 접할 수 있는 음식물 중의 하나인 만두는 그 모양이 일정하지 않고 크기와 무게가 다양하다. 그러므로 안전성 확보를 할 수 있는 일관된 조리 온도나 시간을 제시하기 어렵다. 이에 본 연구는 만두를 다양한 방법으로 조리하면서 중심부 온도를 경시적으로 관찰하고 온도-시간, 온도-크기 작용을 알아보아 만두와 같은 부정형 식품의 안전한 조리를 위한 기초자료를 얻고자 하며 나아가 만두에 의한 식중독 발생 예방을 위한 자료로 활용되고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

시중에 판매되고 있는 만두(냉동제품)를 구입하여 실험 재료로 사용하였다. 만두의 크기가 매우 다양하므로 크기별로 구입하고 화학저울(Micrgram balance, E02140, Ohaus, U.S.A.)에 무게를 측정하여 무게에 따라 대(48-50 g), 중(24-30 g), 소(14-18 g)로 구분하여 실험하였다. 각 만두의 칼로리는 대 크기 만두 63-67 kcal, 중 크기 만두 54-55 kcal, 소 크기 만두 27-29 kcal이었다. 구입한 시료를 냉고(7-10°C)에서 해동한 후 꺼내어 즉시 실험하였다.

2. 조리 및 온도 측정방법

만두 조리는 상법에 따라 수행하였다. 만두의 조리 방법에 대한 문헌적 고찰에서 삶다, 굽다, 끓이다, 볶다, 말아 부치다, 중탕하다, 튀기다 등이 제시되어 있다(Bok, 2008). 그러므로 본 연구에서는 삶기(물만두), 찌기(찜만두), 굽기(군만두), 튀기기(튀김만두) 등 방법을 채택하여 조리하면서 분 단위로 만두 시료의 중심부 온도를 측정하였다. 삶기에서는 삶는 물의 온도가 100°C 이상 되었을 때를 기준으로 하였다. 찌기에서는 찜통에서 증기가 발생되며 수증기 온도가 100°C 이상 되었을 때를 기준으로 하였다. 굽기에서는 구이판의 온도가 150°C 이상 되었을 때를 기준으로 하였으며 30초 간격으로 뒤집어가며 익혔다. 튀기기에서는 튀김기름의 온도가 170-180°C에 도달하였을 때를 기준으로 하였다.

만두의 온도 측정은 식품용 탐침온도계(Digital

thermometer, SK-1300, Sato Keiryoki MFG. CO. LTD., Japan)를 이용해서 1분 간격으로 3분 간 수행하였다. 중심부 온도는 만두피를 뚫고 만두 속까지 재빨리 찔러 측정하였다. 이 때 만두의 가장 두터운 부위의 온도를 확인하였다. 각 조리 방법마다 크기별로 만두 10개씩의 온도를 측정하였다. 또한 3분 조리 완료 후에는 만두의 표면 온도를 측정하였다.

3. 자료 분석 및 통계처리

자료에 대한 통계분석은 Minitab(R) 16.1(Minitab Inc., PA, U.S.A.)을 이용하여 수행하였다. 시간별로 중심부 온도의 평균치와 표준편차를 산출하였으며, 일원배치 분산분석(one-way ANOVA) 및 Duncan's multiple range test를 실시하여 차이 여부를 검정하였다. 또 조리 시간과 크기가 중심부 온도에 미치는 영향력을 알아보기 위하여 일

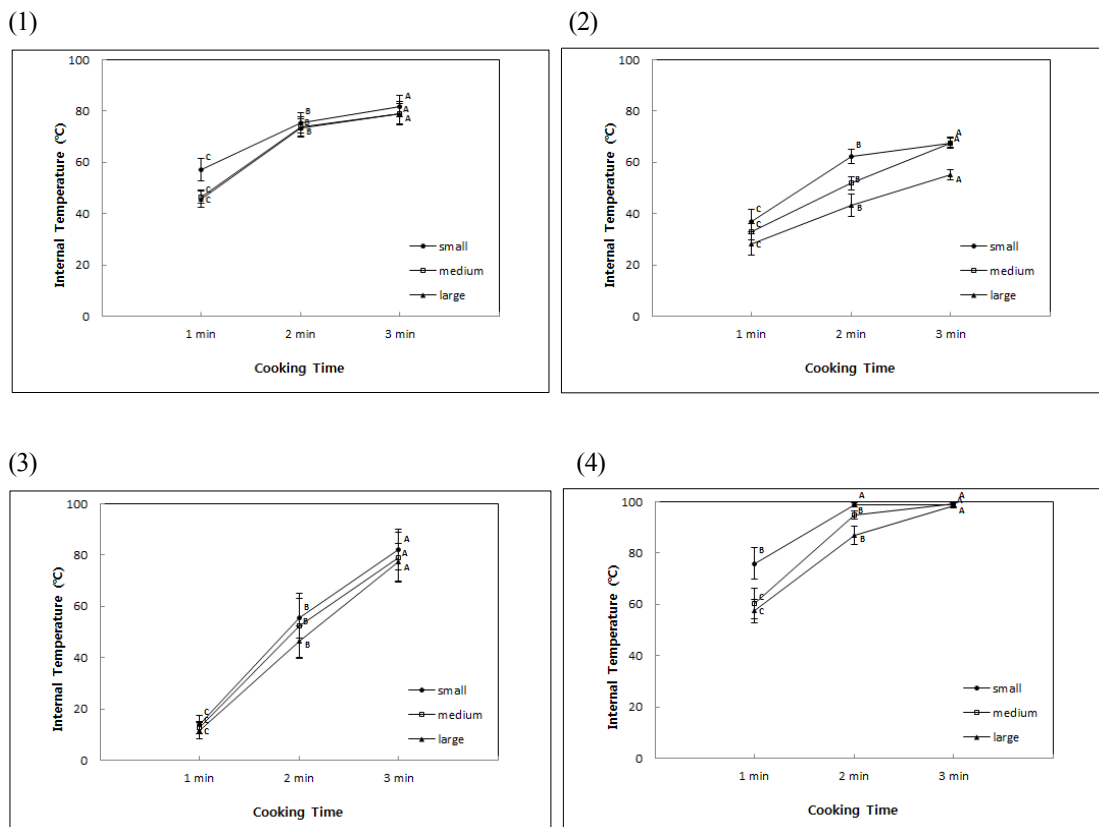
반선형모형분석을 수행하였다. 또한 조리 완료 후 내부온도와 외부온도의 차이 여부를 알아보기 위하여 t-test를 수행하였다. 가설검정에서 통계적으로 유의한 차이는 $p < 0.05$ 를 기준으로 하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 조리 방법별 중심부 온도 변화

만두를 삶기, 찌기, 굽기, 튀기기 등의 방법에 따라 조리하면서 중심부 온도를 관찰하였다. 시간별로 중심부 온도 변화를 측정한 결과는 [Figure 1]과 같다.

삶기(물만두)의 경우 중심부 온도가 1분 후에는 대, 중, 소 각각 평균 45.7°C, 46.6°C, 57.2°C이었으며 크기별로 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 2분 후에는 각각 평



[Figure 1] Changes of internal temperature of dumpling (mandu) during cooking. (1) boiling, (2) steaming, (3) pan frying, (4) deep fat frying. Each point represents the mean \pm S.D. Means with different letters in each size are significantly different by ANOVA and Duncan's multiple range test ($p < 0.001$).

균 73.3°C, 74.0°C, 75.4°C로 상승하였으며 3분 후에는 각각 평균 78.9°C, 79.1°C, 81.8°C이었다. 2분 후 및 3분 후에도 크기별로 유의한 차이를 보이지 않았다. 삶기에서 시간 경과에 따라 중심부 온도는 대, 중, 소 만두 모두 유의하게 증가하였다($p<0.001$).

찌기(찜만두)의 경우 중심부 온도가 1분 후에는 대, 중, 소 각각 평균 28.3°C, 33.0°C, 36.9°C이었으며 크기별로 유의한 차이를 보이지 않았다. 2분 후에는 각각 평균 43.4°C, 51.9°C, 62.2°C로 상승하였으며 3분 후에는 각각 평균 55.1°C, 67.6°C, 67.6°C이었다. 1분 후, 2분 후 및 3분 후에 크기별로 유의한 차이를 보이지 않았다. 찌기에서 시간 경과에 따라 중심부 온도는 대, 중, 소 만두 모두 유의하게 증가하였다($p<0.001$).

굽기(군만두)의 경우 중심부 온도가 1분 후에는 대, 중, 소 각각 평균 11.6°C, 12.9°C, 13.9°C이었으며 크기별로 유의한 차이를 보이지 않았다. 2분 후에는 각각 평균 46.4°C, 52.5°C, 55.4°C로 상당히 상승하였으며 3분 후에는 각각 평균 77.2°C, 79.1°C, 82.2°C이었다. 2분 후 및 3분 후에도 크기별로 유의한 차이를 보이지 않았다. 굽기에서도 시간 경과에 따라 중심부 온도는 대, 중, 소 만두 모두 유의하게 증가하였다($p<0.001$).

튀기기(튀김만두)의 경우 중심부 온도가 1분 후에는 대, 중, 소 각각 평균 57.4°C, 60.2°C, 75.9°C이었으며, 크기별로 유의한 차이를 보였다($p<0.001$). 1분 간 조리에서 크기 소인 만두는 중, 대인 만두보다 유의하게 높은 온도에 달하였으며 중심부 온도가 74°C를 넘었다. 2분 후에는 중심부

(Table 1) Interaction effect of time and size on the internal temperature of dumpling (mandu) according to cooking methods

Cooking methods	Source	SS	df	MS	F	Sig.
Boiling	Intercept	416160.000	1	416160.000	28326.857	.000***
	Size	546.200	2	273.100	18.589	.000***
	Time	15338.600	2	7669.300	522.028	.000***
	Size × Time	347.200	4	86.800	5.908	.000***
	Error	1190.000	81	14.691		
	Total	433582.000	90			
Steaming	Intercept	221017.778	1	221017.778	20399.316	.000***
	Size	2726.822	2	1363.411	125.839	.000***
	Time	14527.489	2	7263.744	670.423	.000***
	Size × Time	458.311	4	114.578	10.575	.000***
	Error	877.600	81	10.835		
	Total	239608.000	90			
Pan frying	Intercept	206592.711	1	206592.711	3757.412	.000***
	Size	366.489	2	183.244	3.333	.041*
	Time	67291.622	2	33645.811	611.934	.000***
	Size × Time	209.578	4	52.394	.953	.438
	Error	4453.600	81	54.983		
	Total	278914.000	90			
Deep fat frying	Intercept	659291.211	1	659291.211	52921.007	.000***
	Size	1435.289	2	717.644	57.605	.000***
	Time	20429.422	2	10214.711	819.930	.000***
	Size × Time	1287.978	4	321.994	25.846	.000***
	Error	1009.100	81	12.458		
	Total	683453.000	90			

* $p<0.05$, *** $p<0.001$.

온도가 각각 평균 86.9°C, 94.8°C, 98.8°C로 높이 상승하였으며 역시 2분 후에도 크기별로 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.001$). 3분 후에는 중심부 온도가 각각 평균 98.5°C, 99.0°C, 98.8°C이었으며 크기별로 유의한 차이를 보이지 않으며 거의 같았다. 튀기기에서도 시간 경과에 따라 중심부 온도는 유의하게 증가하였으며($p < 0.001$), 특히 크기 대, 중인 만두에서 그러하였다. 크기 소인 만두는 2분 후에 이미 98.8°C에 달하고 3분 후에 유의한 변화가 없었다.

2. 조리 시간 및 크기의 교호작용효과

만두의 조리 시간과 크기에 따라 중심부 온도에 미치는 영향이 다르게 나타나는지를 알아보기로 일반선형모형분석을 수행하였다. 그 결과는 <Table 1>과 같다.

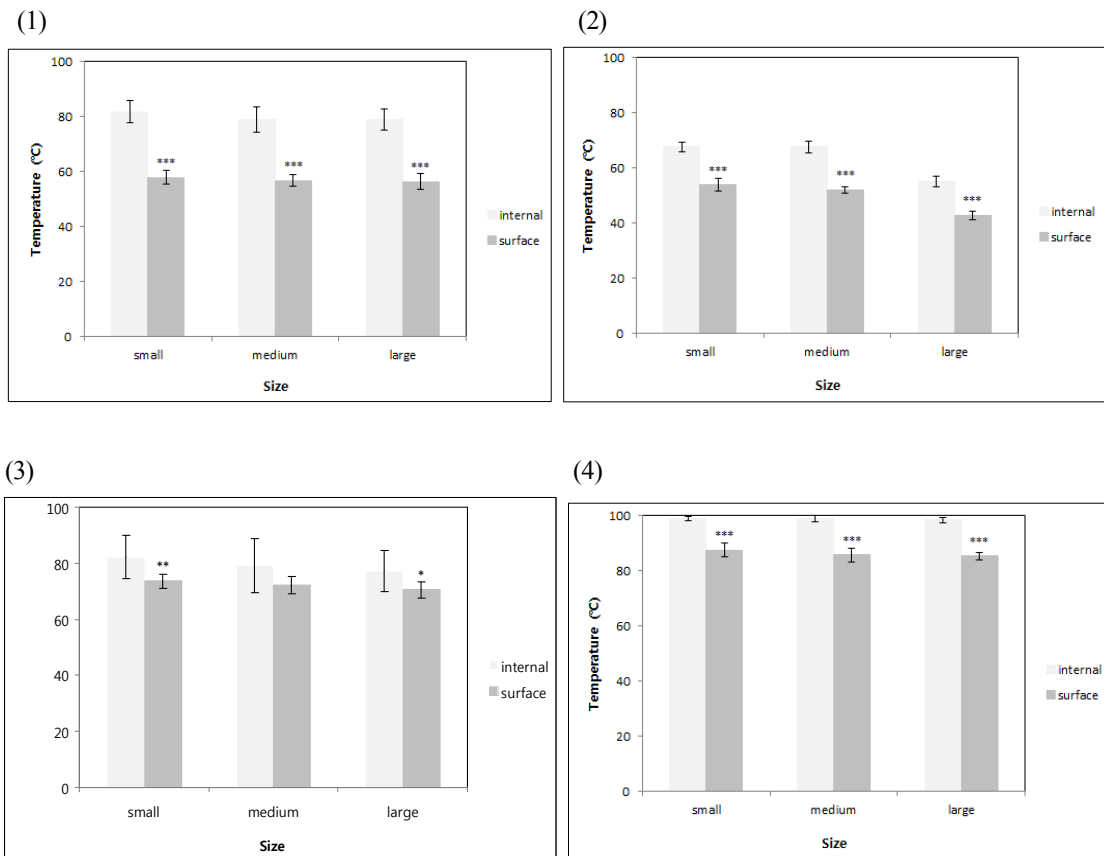
삶기에서 크기 및 시간에 따른 주효과가 유의하게 나타났다($p < 0.001$). 즉 크기에 따라, 시간에 따라 중심부 온도

에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 또 크기와 시간의 교호작용도 유의하게 나타났다($p < 0.001$). 찌기에서도 크기 및 시간에 따른 주효과가 유의하게 나타났다($p < 0.001$). 또 크기와 시간의 교호작용도 유의하게 나타났다($p < 0.001$). 굽기에서는 크기 및 시간에 따른 주효과가 유의하게 나타났다($p < 0.05$). 그러나 크기와 시간의 교호작용은 유의하지 않은 것으로 나타났다. 튀기기에서는 크기 및 시간에 따른 주효과가 유의하게 나타났다($p < 0.001$). 또 크기와 시간의 교호작용도 유의하게 나타났다($p < 0.001$).

3. 조리 후 중심부 온도와 표면 온도

삶기, 찌기, 굽기, 튀기기 등에 의하여 만두를 3분 간 조리 완료한 후에 중심부 온도와 표면 온도를 비교하였다. 그 결과는 [Figure 2]와 같다.

삶기의 경우 중심부 온도는 대, 중, 소 각각 평균 78.



[Figure 2] Comparison of internal and surface temperatures of dumpling (mandu) after finishing cooking. (1) boiling, (2) steaming, (3) pan frying, (4) deep fat frying. Each point represents the mean ± S.D. Means with asterisk (surface temperatures) are significantly different compared to internal temperatures (*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$).

9°C, 79.1°C, 81.8°C이었으며, 표면 온도는 56.4°C, 56.8°C, 57.9°C이었다. 삶기에서는 크기별로 모두 중심부 온도와 표면 온도 사이에 유의한 차이를 보였다($p<0.001$).

찌기의 경우 중심부 온도는 대, 중, 소 각각 평균 55.1°C, 67.6°C, 67.6°C이었으며, 표면 온도는 42.8°C, 52.1°C, 53.8°C이었다. 찌기에서는 비록 중심부 온도가 안전한 온도(74°C)에 도달하지는 못하였지만 중심부 온도와 표면 온도 사이에 크기별로 모두 유의한 차이를 보였다($p<0.001$).

굽기의 경우 중심부 온도는 대, 중, 소 각각 평균 77.2°C, 79.1°C, 82.2°C이었으며, 표면 온도는 70.5°C, 72.2°C, 73.6°C이었다. 굽기에서는 크기가 대인 만두($p<0.05$) 및 소인 만두($p<0.01$)에서 중심부 온도와 표면 온도 사이에 유의한 차이를 보였다.

튀기기의 경우 중심부 온도는 대, 중, 소 각각 평균 98.5°C, 99.0°C, 98.8°C이었으며, 표면 온도는 85.3°C, 85.7°C, 87.6°C이었다. 튀기기에서는 크기별로 모두 중심부 온도와 표면 온도 사이에 유의한 차이를 보였다($p<0.001$).

IV. 고 찰

조리과정 중 중심부 온도에 영향을 미치는 요인에는 여러 가지가 있을 수 있다. 국민다소비 식품 중의 하나인 만두는 그 모양이 일정하지 않고 크기가 다양하다. 또 두터운 부분과 얇은 부분이 함께하여 안전성 확보를 할 수 있는 일관된 조리 시간을 제시하기 어렵다.

본 연구에서는 만두를 다양한 방법에 따라 조리하면서 중심부 온도의 경시적 변화를 관찰하였으며 안전한 온도에 도달하는 데 요하는 시간을 알아보았다. 각 국가별로 식품의 안전한 조리에서 중심부 온도를 제시하고 있지만 만두에 대한 기준은 제시되어 있지 않다. 본 연구에서는 우리나라 기준에서 '식품은 중심부의 온도가 74°C 이상에서 1분 이상 가열해야 한다'는 식품의약품안전청의 권장(KFDA, 2009a)을 준용하여 만두의 충분한 조리 여부를 판단하였다.

삶기에서는 중심부 온도가 1분 후에는 45.7-57.2°C, 2분 후에는 73.3-75.4°C로 높이 상승하였으며 3분 후에는 78.9-81.8°C이었다. 즉 3분 후에 대, 중, 소 크기에 관계없이 모두 충분히 안전한 온도에 달하였음을 알 수 있었다. 삶기의 경우 크기별로 소, 중 크기 만두는 2분 이상, 그리

고 대 크기 만두는 3분이상이 되어야 중심부 온도가 74°C 이상이 되어 안전하다고 판단된다.

찌기에서는 중심부 온도가 1분 후에는 28.3-36.9°C, 2분 후에는 43.4-62.2°C로 아직 충분히 조리되지 않았음을 보였다. 3분 후에도 55.1-67.6°C에 그쳤다. 즉 찌기에서는 3분까지 조리 시에 중심부 온도가 크기에 관계없이 모두 안전한 온도에 도달하지 못하였다. 찌기에 의한 조리 시에는 훨씬 긴 조리가 필요함을 나타내고 있다.

굽기의 경우 1분 후에는 다른 어떤 조리 방법에서보다 중심부 온도가 낮지만(11.6-13.9°C) 2분 경과 후에 다른 조리법에서와 비슷한 수준으로 온도가 상승하였다(46.4-55.4°C). 또 3분이 되어야 77.2-82.2°C로 안전한 온도에 도달하였음을 알 수 있었다. 이는 다른 조리법에 비하여 열전달이 골고루 이루어지지 않음에 기인하는 것으로 볼 수 있다.

튀기기에서는 중심부 온도가 1분 후에는 57.4-75.9°C, 2분 후에는 86.9-98.8°C, 3분 후에는 98.5-99.0°C로 나타났다. 1분 후에 크기 소인 만두는 중심부 온도가 이미 75.9°C로 안전한 온도에 도달하였다. 2분 후에는 중심부 온도가 크기에 관계없이 모두 안전한 온도에 도달하였으며 3분 후에 별다른 변화가 없었다. 기름 온도 170°C 이상의 높은 온도에서의 조리가 영향을 미침을 알 수 있다.

그러므로 대, 중, 소 만두 모두 삶기, 굽기, 튀기기 등은 3분 조리를 기준으로 중심부 온도가 74°C 이상으로 안전한 온도에 도달하는 것으로 보인다. 그러나 찌기에서는 3분 후에도 최고 67.6°C(크기 소)에 그쳐 그보다 훨씬 긴 시간이 필요함이 제시된다.

조리 방법별로 삶기, 찌기, 굽기, 튀기기 등에서 중심부 온도에 미치는 조리 시간 및 크기의 영향을 알아본 결과에서 중심부 온도는 조리 시간별로 유의한 차이가 있었다. 또 중심부 온도에 대한 조리 시간과 크기의 교호작용을 살펴본 결과에서 굽기를 제외하고 삶기, 찌기, 튀기기 등에서 조리 시간과 만두 크기 간의 교호작용이 유의하였다. 즉 삶기, 찌기 및 튀기기에서는 조리과정 중 중심부 온도가 크기에 따라 다르게 나타나며, 또한 크기별 중심부 온도는 시간에 따라 다르게 나타남을 제시하였다. 굽기의 경우 다른 조리 방법에서와 달리 만두 시료가 팬에 부착하는 정도가 일정하지 않아 나타난 결과로 보인다.

한편 3분 간 조리 후 중심부 온도와 표면 온도를 비교한 결과에서 굽기의 일부를 제외하고 삶기, 찌기 및 튀기기에서 중심부 온도와 표면 온도에 유의한 차이가 있었다. 만두의 크기와 조리 시간이 중심부 온도에 미치는 영향을

평가한 교호작용효과에서 오직 굽기에서만 크기와 시간의 교호작용이 유의하지 않았음은 이러한 결과를 뒷받침한다(전술 참조).” 굽기의 경우 만두 시료 부위별로 열이 골고루 전달되지 못하기 때문으로 해석된다.

만두를 빚어 만드는 특성상 두터운 부분과 얇은 부분이 있어 익히기가 쉽지 않고 또 부분적으로 익는 정도가 달라져 조리 상 주의를 요한다. 또한 만두소를 만드는 과정에서 손이 많이 가고 또 만두를 손으로 빚는 과정에서 오염의 소지가 다분히 있다. 이러한 특징으로 인하여 만일 만두소가 오염된 경우 충분히 익히지 않았을 때에 유해 미생물 등이 살아남을 가능성이 있다. 실제로 유통판매 중인 일부 만두에서 병원성 미생물이 검출되기도 하였다. 즉 최근 외국의 유명 식품업체 냉동 만두에서 식중독 등을 유발하는 황색포도상구균이 검출된 바 있고, 국내에서 실제로 유통 판매중인 만두에서 대장균군이 검출되는 등 사례가 있었다(Korea Consumers Agency, 2001; YonhapNews, 2011). 그렇지만 만두를 잠재적 위해식품으로 분류하지 않음에 따라 조리 상 이러한 위험이 간과될 우려가 없지 않다. 우리나라에서 발생한 식중독 사건에서 환자들이 섭취한 추정 원인식품 중에 만두(만두, 만두튀김, 만둣국)가 포함된 경우가 수 건 있었다(KFDA, 2012). 또 실제로 학교급식에서 발생한 한 식중독 사건에서는 만둣국이 원인 식이였으며 환자로부터 노로바이러스가 검출되었다(KMEHRD, 2005). 만두가 오염되어 있었다 하더라도 조리과정에서 충분한 가열과 더불어 중심부 온도를 측정하였다면 이러한 사건은 사전에 충분히 예방 가능하였을 것이다. 식중독 예방을 위한 제도가 마련되어 있고 지침 등이 잘 구비되어 있지만 조리 현장에서 그 실천에 아직 미흡한 측면이 있다고 보인다.

본 연구에서는 모양이 일정하지 않으며 크기가 다양한 만두를 대상으로 중심부 온도가 안전한 온도에 도달하는 열처리 방법을 제시하였다. 본 연구결과는 앞으로 만두에 의한 식품매개성질환 발생 예방에 도움이 될 것으로 본다. 최근 USDA는 돼지고기를 포함하여 모든 신선육의 안전한 조리온도를 145°F(63°C)로 수정하였다. 그러나 다진 고기는 여전히 160°F(71°C)로 권장되어 있다(USDA, 2011). 만두의 경우 만두소에 다진 육류가 사용되는 경우가 많고 만두 빚기에 대부분 손이 많이 가는 편이다. 본 연구결과 찌기를 제외하고 3분 후에 74°C에 도달하였으므로, USDA의 권장기준이나 우리나라 권장기준(74°C)에 맞추기 위해서도 조리에 그다지 애로가 없다고 보인다.

한편 만두를 대상으로 조리과정 중 시간-온도, 또는 크

기-온도의 영향을 실험한 보고가 아직 없어 본 연구결과를 비교하기 어렵다. 그럼에도 본 연구는 만두에 대한 다양한 조리법을 활용하여 안전한 조리 시간을 제시하였다는 의의를 갖는다. 다만 찌기에서는 3분 조리 후에 안전한 온도에 도달하지 못하였으며, 안전한 온도에 도달할 때까지 실험하지 못하여 연구의 제한점으로 남는다. 또한 더 많은 실험을 통하여 조리 시간-크기-온도의 수리적 모델을 개발할 필요가 있으며 이에 대해서는 향후의 연구에 기대한다.

V. 결 론

본 연구는 식품(만두) 조리에서 안전한 중심부 온도에 도달하는 시간을 알아보기 위하여, 또 중심부 온도에 미치는 조리 시간과 식품 크기의 영향을 알아보기 위하여 수행되었다. 시판 만두를 구입하여 크기(무게)에 따라 구분하고 삶기, 찌기, 굽기, 튀기기 등 방법으로 만두를 조리하면서 중심부 온도를 경시적으로 관찰하였다. 만두의 중심부 온도는 시간이 경과함에 따라 증가하였다. 조리 3분 경과 후 삶기, 굽기 및 튀기기에서는 중심부 온도가 74°C 이상에 도달하였지만 찌기에서는 그렇지 못하였다. 만두의 삶기, 찌기, 굽기, 튀기기 등 조리에서 3분 조리 후 중심부 온도는 조리 시간과 크기의 영향을 받았으며 삶기, 찌기 및 튀기기에서 시간과 크기의 주효과뿐만 아니라 교호작용이 유의하게 나타났다($p < 0.001$). 또 삶기, 찌기 및 튀기기에 의한 3분 조리 후 중심부 온도와 표면 온도 사이에 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 이로부터 만두 조리에서 안전한 온도에 도달하기 위해서 삶기, 굽기 및 튀기기는 3분 간 조리로서 가능하며 찌기는 더 긴 시간이 필요함을 알 수 있다. 또 조리 방법별로 만두의 조리 시간뿐만 아니라 크기 또한 중심부 온도에 영향을 미칠 수 있음이 나타났다. 찌기에 있어서는 안전한 중심부 온도에 도달하는 시간을 더 탐구할 필요가 있다.

주제어: 중심부 온도, 조리, 시간-온도 작용, 시간-크기 작용, 만두

REFERENCE

- Bok, H. J.(2008). The a literary investigation on mandu (dumpling)-types and cooking methods of mandu (dumpling) during the Joseon era (1400's~1900's). *Korean Journal of Food Culture*, 23(2), 273-292.
- Chang, H. & Hwang, Y.(2006). Product development and market testing of ready-to-eat mandu with pond-snail as a health food. *Korean Journal of Community Nutrition*, 11(5), 650-660
- Chun, S. J.(2004). Development of guidelines on the hazard control of mandatory HACCP application food items. 2004 KFDA Project Report.
- Health Canada.(2013). Healthy Canadians: Safe internal cooking temperatures. Retrieved March 20, 2013 from <http://healthycanadians.gc.ca/eating-nutrition/safety-salubrite/cook-temperatures-cuisson-eng.php>.
- Kang, K. M.(2004, September 11). Mandu seminar book. Food & Beverage News of Korea. Retrieved May 11, 2013, from <http://www.thinkfood.co.kr/news/articleView.html?idxno=10694>.
- Kim, H. K., Yoo, I. J. & Park, T. S.(1995). Storage quality and shelf life of frozen mandu. *Foods and Biotechnology*, 4(3), 179-182.
- Kim, S. S.(2011). Food ethics approach to court case of inferior quality mandu stuffing. *Korean Journal of Food Culture*, 26(5), 437-444.
- Korea Consumers Agency.(2001, July 10). Retrieved April, 24, 2013 from http://www.ohmynews.com/NWS_Web/View/at_pg.aspx?CNTN_CD=A0000047338.
- Korea Food and Drug Administration(KFDA).(2009a). Cooking and handling methods that you can easily practices: A guide to food safety. Seoul: KFDA.
- Korea Food and Drug Administration(KFDA).(2009b). Hi-safer food. Daegu: KFDA Daegu branch.
- Korea Food and Drug Administration(KFDA).(2009c). Manual of sanitary management in food service institutions. Seoul: KFDA.
- Korea Food and Drug Administration(KFDA).(2010). Food Code of Korea. Seoul: KFDA.
- Korea Food and Drug Administration(KFDA).(2004). National Food Poisoning Statistics. Seoul: KFDA.
- Korean Ministry of Education & Human Resources Development(KMEHRD). (2005). Food poisoning outbreak in school lunch program 2004-2005. Seoul: MEHRD.
- Lee, J. J., Jung, H. O., Lee, M. Y. & Chang, H. C.(2012). Characteristics of mandu with ripened Korean cabbage kimchi. *Korean Journal of Food Preservation*, 19(2), 209-215.
- Lee, M. S., Kim, K. B., Kim, Y. S. & Choi, S. K.(2013). The research on Sanchoneo mandu product development using conjoint analysis. *The Korean Journal of Culinary Research*, 19(1), 164-178.
- Pyun, J. W., Nam, H. W. & Woo, I. A.(2001). A study on the characteristics of mandu-pi differing in roasted soy flour content. *Korean Journal of Food & Nutrition*. 14(4), 287-292.
- USDA. (2011). Revised recommended cooking temperature. USDA Food Safety and Inspection Service.
- U.S. FDA/Partnership for Food Safety Education. (2013). Cook: Cook to proper temperatures. Retrieved March 20, 2013, from <http://www.fightbac.org/safe-food-handling/cook>.
- Wikipedia. (2013). Mandu. Retrieved March 20, 2013, from <http://ko.wikipedia.org/w/index.php?title=mandu&oldid=10443305>.
- YonhapNews. (2011. November 7). Retrieved April 24, 2013 from <http://www.yonhapnews.co.kr/bulletin/2011/11/07/0200000000AKR20111107106400097.HTML.2011.11.07>.

접 수 일: 2013. 05. 27

수정완료일: 2013. 06. 10

게재확정일: 2013. 06. 10