

## 전자레인지 내부에서 가열높이 변화가 품질 특성에 미치는 영향

금준석<sup>†</sup> · 하태열 · 한 억\*

한국식품개발연구원

\*호서대학교 식품영양가공학부

### Effect of Heating Height within Microwave Oven on Microwave Heating of Food

Jun-Seok Kum<sup>†</sup>, Tae-Youl Ha and Ouk Han\*

Korea Food Research Institute, Seongnam 463-420, Korea

\*Dept. of Food and Nutrition, Heoseo University, Asan 336-795, Korea

#### Abstract

For the purpose of improving the qualities of popcorn, potato, frozen hotdog and steamed egg, the effects of food height(0mm: H0, 5mm: H5, 10mm: H10, 15mm: H15) for microwave cooking on physicochemical properties were investigated. In popcorn, weight loss was decreased as height increased while volume of popcorn was increased, which indicated that popcorn was popped very well as height increased. H10 showed the highest taste score in sensory evaluation. In potato, degree of gelatinization was increased as height increased. H10 showed the highest overall acceptance score. In frozen hotdog, hardness of hotdog was decreased as height increased and H15 showed the lowest hardness score (408.8g). In steamed egg, H5 showed the highest temperature and H10 showed the highest overall acceptance score. Physicochemical properties of food were changed by heating height of microwave heating.

**Key words:** microwave, heating

#### 서 론

마이크로파 가열 설비는 일반적인 가열 방법에 비하여 그 설비 비용이 비싸지만 일단 설치 후에는 인건비, 가공 시간의 감소로 경비가 감소되고 작업장의 환경도 개선이 되며 식품에 적용 범위가 넓으므로 많은 제품들이 현재 연구가 진행되고 있고 개발되어 시판 중에 있으며 특히 전자레인지의 보급으로 식품에 마이크로파를 이용하여 가열하는 경우가 일반적으로 널리 보급되고 있다(1). May(2)와 Smith(3)는 마이크로파를 이용하여 닭가공에 사용하여 닭뼈의 색 변화(darkening)를 방지하고 씹기 많은 촉촉한 맛을 내는 제품을 생산하였고 또한 가공 시간을 줄이고 생산량(yield)을 증가함으로써 생산비를 낮출 수 있었다. 스웨덴에서는 새로이 가공에 적합한 마이크로파 터널을 개발하였는데 고기 패티를 냉동하기 전에 미리 마이크로파로 가공하는 설비로서 이 방법 역시 생산량을 늘리고 지방 사용을 줄임

으로서 생산비 절감의 효과를 보았다(4). 또한 고기를 성형할 때 마이크로파를 이용하여 가열하면서 플라스틱 튜브를 통과한 후 원하는 길이로 절단하는 설비를 개발하여 매우 작은 공간 차지, 청결 유지, 작업 속도 향상 등의 장점으로 각광을 받기 시작하였다. 소시지 가공에도 마이크로파가 이용되어 케이싱(casing)하는 공정을 생략할 수 있으므로 많은 생산비 절감을 가져왔으며 또 다른 육류 공업에서 마이크로파를 이용하여 성공한 분야는 베이컨 가공이다. Zarotschneff와 Zarotschneff(5)는 베이컨을 전처리하는데 마이크로파를 사용하여 지방의 양을 1/3 수준으로 감소하였으며 Olsen(6)은 마이크로파의 910과 2,450 MHz를 함께 사용하는 적외선(infra-red) 영역과 *Salmonella*의 미생물을 제거하기 위한 스팀 처리가 병행되는 최적의 로스팅(roasting) 조건을 보고하였다. Chamberlain(7)은 열풍을 함께 이용하는 마이크로파 설비가 개발되어 기존의 방법에서는 사용하지 못했던 부드러운 밀가루도 사용이 가능하게 되

<sup>†</sup>To whom all correspondence should be addressed

었으나 열풍으로 인한 적당한 용기의 선택이 필요하였다. 최근에는 표면을 갈변화(browning)시키거나 또는 바삭거리는 식감(crispness)을 부여하고자 할 때에는 기존의 가열 방법과 병행하여 사용하며 특히 라이신과 같은 단백질의 함유량을 보존하는데 효과적으로 사용하기도 한다. 또한 포장재질을 달리하여 마이크로파 이용을 극대화하는 연구도 활발히 진행중이다(8-11). 전자레인지 내부에서 균일한 가열을 위하여 위치변경, 첨가물의 첨가, 포장재의 종류 등을 달리하여 식품 가열시 가열효과를 높이고 품질을 향상시키는데 많은 방법들이 사용되어 왔으나(12) 가열 높이를 변화하여 가열효과 및 품질을 향상시키는 연구는 전무한 형편이다. 따라서 본 연구에서는 식품의 가열 높이를 변화하여 가열 효과를 높이고 가열 높이에 따른 품질 특성을 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

팝콘, 감자, 냉동 핫도그, 계란찜(계란, 소금 및 참기름)을 시중에서 구입하여 실험에 사용하였다.

### 가열방법

가열에 사용된 전자레인지는 2,450 MHz의 일반 전자레인지(RE-650, 삼성전자)를 대조구로 사용하였으며 처리구는 높이를 조절할 수 있게 조절하여 전자레인지의 캐비티 내에서 가열 위치를 0mm(H0), 상향 5mm(H5), 상향 10mm(H10), 상향 15mm(H15)의 위치를 설정하여 전자레인지용 접시를 사용하여 최대출력(700 Watt)으로 가열하였다. 팝콘은 향이 가미되지 않은 사조로하이 팝콘 1봉지(100g)를 2분 40초 동안 가열하였고 감자는 일정한 크기(약 170g)의 감자를 구입하여 수세한 후 5회 정도 물기를 털어 내어 파이렉스 그릇에 4개를 놓은 후 동일한 크기의 구멍을 낸 다음 뚜껑을 덮은 후 처리구별로 14분 동안 가열하였다. 냉동 핫도그는 백셀냉동 핫도그 5개를 랩으로 씌운 후 3분 50초 동안 가열하였고 계란찜은 계란, 소금 및 참기름을 이용하여 계란 3개, 물 1/2컵, 소금 1/2tsp, 참기름 1/2TSP의 비율로 혼합하여 일정한 비율로 휘젓기 한 후 30분 동안 정치시킨 다음 파이렉스(1.5L) 그릇에 담아 뚜껑을 덮은 후 처리구별로 4분 동안 가열하였다.

### 무게, 온도, 조직감 측정

각 시료의 무게는 시험용 전기 저울(FX3000, Japan)을 이용하였으며 온도 측정은 디지털 온도계(Model

8500-40, Cole Parmer, USA)를 이용하여 가열 후 즉시 각 부위의 온도를 측정하였다. 조직감(경도)은 시료를 일정 크기로 절단하여 Texture analyser(Model TX XT2, Stable Micro Systems)를 이용하여 cylindrical 모양의 플런저(직경 6mm)와 chart speed를 0.5mm/s로 하여 compression test를 실시하였다.

### 잔재율 및 밀도 측정

팝콘의 잔재율은 팝콘 가열 후 튀겨지지 않은 낱알의 개수를 측정하였으며 밀도는 튀겨진 팝콘의 시료 10g를 메스실린더에 넣고, 좁쌀 300cc를 시료 위에 부어 평형이 될 때까지 일정하게 두드린 다음 늘어난 용적을 시료의 용적으로 하여 밀도( $\text{g/cm}^3$ )=시료의 무게/시료의 용적의 식에 의하여 산출하였다.

### 색도 측정

색도 변화는 Minolta color meter(CR-200, Minolta, Japan)를 이용하여 L, a, b, Chroma 및 Hue 값으로 표현하였다. 이때 calibration plate의 L, a, b값은 각각 97.5, -0.49, 및 1.96이었다.

### 호화도

시료의 호화도 측정은 glucoamylase법(13)에 의해 측정하였다.

### 팽창높이(Expansion height)

계란찜의 팽창 높이는 버어니어 캘리퍼스로 높이를 측정하였다.

### 관능검사

시료의 제시는 무작위 세차리수를 달은 용기에 시료를 담아 뚜껑을 덮어 관능요원에게 제시하였으며 소비자 기호도 검사는 일정 온도의 시료를 제시하였고 검사에는 관능검사에 많은 경험이 있는 훈련된 관능요원들로 매번 20명이 참석하여 9항목 척도(14)를 이용하여 기호도로 측정하였다.

### 통계분석

각 처리구의 효과를 알아보기 위하여 3회 반복 실험한 결과를 SAS(Statistical Analysis System)를 이용하여 일원분산분석을 하였으며, 분산분석 후 처리구의 효과가 유의한 경우 LSD의 다중 비교를 실시하여 처리구의 평균값을 비교하였다(15).

**Table 1. Effect of height within microwave oven for microwave heating of popcorn on weight, temperature, number of unpopped kernels, density and volume**

Treatment <sup>1)</sup>	W(g) <sup>2)</sup>	Temperature(°C)	Kernels(number)	Density(g/cm <sup>3</sup> )	Volume(ml)
Control	17.7	118.2	130	0.029	403
H0	11.4	104.1	125	0.025	410
H5	11.3	105.3	124	0.024	415
H10	9.7	108.0	125	0.023	435
H15	9.7	106.8	122	0.022	455

<sup>1)</sup>H0: 0mm height, H5: 5mm height, H10: 10mm height, H15: 15mm height.

<sup>2)</sup>W: Weight of popcorn before microwave heating and weight of popcorn after microwave heating.

## 결과 및 고찰

### 팝콘

팝콘은 전자레인지의 보급과 병행하여 보급률이 증가하였으며 이에 따라 팝콘 봉지의 개발에 관한 결과도 많이 발표되었으나 높이에 따른 결과는 미비한 실정이다(16-18). 시중에서 구입한 팝콘을 가열 높이를 조절하여 전자레인지에서 가열한 결과는 Table 1~3에 나타내었다. 가열하기 전의 무게와 가열 후의 무게의 차이는 대조구의 경우 17.7g인 반면, H0 처리구에서는 11.4g, H10 및 H15 처리구에서는 9.7g로 가열 위치가 증가함에 따라 무게 감소가 현저히 감소하였다. 팝콘 가열 후 즉시 각 시료 봉지의 내부 온도를 측정된 결과 대조구의 경우 118.2°C를 나타내어 처리구에 비해 봉

지 내부의 온도는 높은 값을 나타내었다. 그러나 내부 온도의 상승이 팝콘이 튀겨지는 것과는 무관한 것으로 판명되었다. 팝콘이 튀겨지지 않은 개수(잔재율)를 측정한 결과 대조구에서 130개로 가장 많은 팝콘이 튀겨지지 않았으며 퍼핑 상태도 처리구에 비해 불량하였고, H15 처리구에서는 122개로 가장 적은 수의 팝콘이 튀겨지지 않았다. 팝콘의 튀겨진 상태를 측정하기 위해 부피 및 밀도를 측정한 결과 대조구의 경우 403ml의 부피를 나타냈으며 H15 처리구에서는 455ml를 나타내어 가열 위치가 증가함에 따라 부피가 증가하는 경향을 나타내었다. 각 처리구에 따른 색도의 변화는 명암도인 L값은 통계적으로 유의적인 차이는 나타내지 않았으며 황색도인 b값은 대조구에 비해 각 처리구에서 낮은 값을 나타내어 통계적인 유의성을 나타내었다. 색의 강도 및 밝기에서도 각 처리구간에 유의적인 차이를 나타내었다. 즉 적색도 증가 및 갈색도 감소 현상은 퍼핑 상태가 양호하여 외관이 우수하다고 판단되며 이는 관능검사 외관의 기호도와 일치하였다. 관능검사 결과 맛을 제외하고는 각 처리구간 유의적인 차이는 없으나 H10 처리구가 맛에 있어서 가장 우수하였다.

**Table 2. Effect of height within microwave oven for microwave heating of popcorn on color value**

Treatment <sup>1)</sup>	L	a	b	Chroma	Hue
Control	84.9 <sup>a</sup>	-3.3 <sup>b</sup>	14.6 <sup>a</sup>	14.9 <sup>a</sup>	102.7 <sup>a</sup>
H0	74.6 <sup>a</sup>	-2.8 <sup>a</sup>	13.5 <sup>ab</sup>	13.6 <sup>ab</sup>	100.7 <sup>b</sup>
H5	85.2 <sup>a</sup>	-2.7 <sup>a</sup>	13.7 <sup>ab</sup>	13.9 <sup>ab</sup>	101.3 <sup>b</sup>
H10	75.7 <sup>a</sup>	-2.9 <sup>a</sup>	13.7 <sup>ab</sup>	14.0 <sup>ab</sup>	101.9 <sup>ab</sup>
H15	87.9 <sup>a</sup>	-2.7 <sup>a</sup>	12.8 <sup>b</sup>	13.1 <sup>b</sup>	101.9 <sup>ab</sup>

<sup>1)</sup>H0, H5, H10, H15: Refer to the comment in Table 1.

<sup>ab</sup>Means with the same letter are not significantly different in a column(p<0.05).

**Table 3. Effect of height for microwave heating of popcorn on sensory evaluation**

Treatment <sup>1)</sup>	Appearance	Color	Crispness	Taste	Overall acceptance
Control	5.0	5.0	5.0	5.0 <sup>ab</sup>	5.0
H0	5.1	5.2	5.0	4.9 <sup>ab</sup>	5.1
H5	5.0	5.3	5.1	4.6 <sup>ab</sup>	5.3
H10	5.2	5.3	5.5	5.4 <sup>a</sup>	5.2
H15	5.3	5.3	5.0	5.2 <sup>b</sup>	5.2

<sup>1)</sup>H0, H5, H10, H15: Refer to the comment in Table 1.

<sup>ab</sup>Means with the same letter are not significantly different in a column(p<0.05).

### 감자

감자를 전자레인지에서 가열 높이를 달리하여 가열한 결과는 Table 4~7에 나타내었다. 각 시료의 내부 온도를 측정된 결과 H15 처리구의 경우 각 부위별로 가장 높은 온도를 나타냈으나 각 처리구간의 온도는 큰 차이를 나타내지 않았다. 또한 감자의 각 부위별 온도 편차도 크지 않은 것으로 나타났다. Burfoot 등(19)이 같은 감자를 사용하여 2분 동안 가열한 후 Maxwell의 공식에 의해 온도를 예견한 결과 가장 높은 온도와 낮은 온도의 차이는 30°C의 차이를 보였으며 이는 가열 식품의 모양이나 크기에 따라 달라질 수 있다고 보고하였다. 따라서 가열 높이를 조절하여 온도의 차이를 줄일 수 있는 것으로 생각된다. 각 처리구에 따른 색도의 변화 역시 황색도인 b값과 Chroma값만 대조구에 비하여 처리구가 증가하였으며 L값 및 a값은 각 처리구간에

**Table 4. Effect of height for microwave heating of potato on temperature and degree of gelatinization**

Treatment <sup>1)</sup>	Temperature(°C)				Degree of gelatinization (%)
	Top	Center	Right	Left	
Control	99.8	98.0	99.8	99.8	24
H0	97.6	97.9	98.1	97.3	34
H5	97.7	98.0	98.5	97.8	39
H10	98.6	97.6	98.7	98.5	39
H15	100.4	99.8	100.4	100.5	44

<sup>1)</sup>H0, H5, H10, H15: Refer to the comment in Table 1.

**Table 5. Effect of height within microwave oven for microwave heating of potato on color value**

Treatment <sup>1)</sup>	L	a	b	Chroma	Hue
Control	63.9	-7.5	9.7 <sup>b</sup>	12.3 <sup>b</sup>	127.9 <sup>a</sup>
H0	63.8	-7.7	10.1 <sup>ab</sup>	12.4 <sup>b</sup>	124.3 <sup>b</sup>
H5	63.6	-7.7	10.4 <sup>ab</sup>	12.9 <sup>ab</sup>	126.8 <sup>ab</sup>
H10	62.1	-7.8	11.3 <sup>a</sup>	13.7 <sup>a</sup>	124.5 <sup>b</sup>
H15	61.8	-7.8	11.0 <sup>a</sup>	13.5 <sup>a</sup>	125.4 <sup>ab</sup>

<sup>1)</sup>H0, H5, H10, H15: Refer to the comment in Table 1.

<sup>ab</sup>Means with the same letter are not significantly different(p<0.05).

유의적인 차이를 나타내지 않았다. 각 시료의 조직감을 측정할 결과 역시 처리구간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 그러나 호화도 경우 대조구에서는 24%의 호화도 값을 나타낸 반면 H15 처리구에서는 43.5%의 가장 높은 값을 나타내어 처리구에서 가열 위치가 증가함에 따라 호화도 값이 증가하여 가열 효과도 증가하는

것으로 나타났다. 그러나 관능검사 결과 H10 처리구가 가장 높은 기호도 점수를 나타내어 가열 효과는 위치가 상승함에 따라 증가하나 H15의 경우 가열 효과가 너무 극대화하여 전체적인 기호도는 감소하는 것으로 나타났다. 따라서 감자는 H10 처리구가 가열 효과 및 기호도 측면에서 가장 우수한 것으로 나타났다.

### 냉동핫도그

냉동 저장한 핫도그를 전자레인지에서 가열한 결과는 Table 8과 9에 나타내었다. 가열하기 전의 무게와 가열 후의 무게의 차이는 대조구에 비하여 H15 처리구를 제외하고는 모두 무게 감소가 적었다. H15 처리구의 경우 무게 감소가 9.7g으로 나타나 가열에 의한 수분 감소가 가장 높은 것으로 나타났다. 각 시료의 내부 온도를 측정할 결과 대조구에 비해 처리구의 경우 낮은 온도를 나타냈으며 처리구간에는 큰 차이를 나타내지 않았다. 각 처리구에 따른 색도의 변화는 냉동핫도그의 표면(핫도그의 피), 소시지 외부 및 소시지 내부로 구분하여 측정하였다. 표면의 경우 명암도인 L값은 H10 처리구에서 가장 높은 값을 나타냈으며 황색도인 b값은 대조구에 비해 각 처리구가 모두 높은 값을 나타내었다. 그러나 Chroma 및 Hue값을 포함하여 통계적인 유의성은 나타나지 않았다. 또한 소시지의 외부 및 내부의 색도 변화 역시 각 처리구간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 각 시료의 조직감을 측정할 결과 경도(hardness)에서 대조구의 경우 736.7g를 나타내어 가장 높은 경도를 나타낸 반면 처리구의 경우 대조구에 비해 경도가

**Table 6. Effect of height within microwave oven for microwave heating of potato on texture**

Treatment <sup>1)</sup>	Springiness	Gumminess	Cohesiveness	Hardness(g)	Chewiness
Control	0.6	230.1	0.1	3045.1	130.1
H0	0.3	170.4	0.1	2683.5	126.9
H5	0.4	171.8	0.1	2346.9	70.7
H10	0.5	332.9	0.1	3105.3	212.5
H15	0.5	323.6	0.1	2951.1	193.5

<sup>1)</sup>H0, H5, H10, H15: Refer to the comment in Table 1.

**Table 7. Effect of height for microwave heating of potato on sensory evaluation**

Treatment <sup>1)</sup>	Aroma	Appearance	Softness	Moistness	Texture	Overall acceptance
Control	5.0 <sup>a</sup>	5.0 <sup>a</sup>	5.0 <sup>a</sup>	5.0 <sup>a</sup>	5.0 <sup>a</sup>	5.0 <sup>a</sup>
H0	4.3 <sup>b</sup>	4.2 <sup>c</sup>	4.5 <sup>b</sup>	4.2 <sup>b</sup>	4.3 <sup>b</sup>	4.2 <sup>b</sup>
H5	4.6 <sup>b</sup>	5.0 <sup>a</sup>	4.3 <sup>b</sup>	4.0 <sup>c</sup>	4.4 <sup>b</sup>	4.3 <sup>b</sup>
H10	5.2 <sup>a</sup>	4.6 <sup>b</sup>	5.1 <sup>a</sup>	4.2 <sup>b</sup>	5.3 <sup>a</sup>	5.1 <sup>a</sup>
H15	5.1 <sup>a</sup>	4.0 <sup>c</sup>	5.0 <sup>a</sup>	4.7 <sup>ab</sup>	4.8 <sup>ab</sup>	4.3 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>H0, H5, H10, H15: Refer to the comment in Table 1.

<sup>abc</sup>Means with the same letter are not significantly different(p<0.05).

**Table 8. Effect of height within microwave oven for microwave heating of frozen hotdog on texture, weight and temperature**

Treatment <sup>1)</sup>	Weight(g)	Temperature(°C)	Springiness	Gumminess	Hardness(g)	Chewiness
Control	7.4	97.7	0.9 <sup>a</sup>	410.1 <sup>ab</sup>	736.7 <sup>a</sup>	370.9 <sup>ab</sup>
H0	6.3	95.0	0.8 <sup>a</sup>	524.4 <sup>a</sup>	692.6 <sup>a</sup>	490.1 <sup>a</sup>
H5	5.5	95.8	0.8 <sup>a</sup>	519.4 <sup>ab</sup>	673.6 <sup>ab</sup>	454.0 <sup>ab</sup>
H10	4.7	95.1	0.9 <sup>a</sup>	384.6 <sup>ab</sup>	642.1 <sup>ab</sup>	334.3 <sup>ab</sup>
H15	9.7	95.9	0.9 <sup>a</sup>	181.2 <sup>b</sup>	408.8 <sup>b</sup>	171.7 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>H0, H5, H10, H15: Refer to the comment in Table 1.

Weight: Weight of popcorn before microwave heating and weight of popcorn after microwave heating.

<sup>ab</sup>Means with the same letter are not significantly different in a column(p<0.05).

**Table 9. Effect of height within microwave oven for microwave heating of frozen hotdog on color value**

Treatment <sup>1)</sup>	L	a	b	Chroma	Hue
--- Skin ---					
Control	60.9	10.7	31.7	35.7	72.7
H0	55.7	12.1	32.7	34.3	62.9
H5	55.3	12.8	32.5	34.9	68.5
H10	62.3	9.2	35.4	36.6	75.5
H15	58.2	11.2	36.1	37.8	72.8
--- External of sausage ---					
Control	77.4	-2.5	22.3	22.5	96.2
H0	79.9	-2.7	22.6	22.4	97.4
H5	80.8	-2.8	22.1	22.3	97.3
H10	79.6	-3.0	21.7	21.9	97.7
H15	77.1	-2.7	21.6	21.7	97.2
--- Internal of sausage ---					
Control	51.4	19.1	13.5	23.4	35.2
H0	53.4	18.5	14.9	23.8	35.7
H5	53.1	18.4	15.3	24.0	37.5
H10	54.2	18.8	13.0	22.8	34.8
H15	48.6	20.3	14.1	24.7	34.8

<sup>1)</sup>H0, H5, H10, H15: Refer to the comment in Table 1.

감소하는 경향을 나타내었다. 또한 각 처리구간에 가열 위치가 상승함에 따라 경도가 낮아지는 경향을 나타내어 H15 처리구에는 408.8g의 가장 낮은 경도를 나타내

었다. 따라서 가열 위치가 높아짐에 따라 가열 후 핫도그의 피(소시지를 제외한 부분)의 압착시 걸리는 힘이 감소하여 조직이 부드러워지는 것으로 생각된다.

**계란찜**

각 처리구의 내부 온도를 측정된 결과(Table 10) H5 처리구가 가장 높은 값을 나타내었다. 각 처리구에 따른 색도의 변화는 L값, a값, b값 모두 큰 차이는 없었으며 처리구 간의 유의성은 보이지 않았다. 각 시료의 조직감의 경도를 측정된 결과 H0 처리구에서 가장 높은 경도를 나타내었다. 따라서 각 처리구는 H0 처리구에 비해 경도가 매우 적어 부드러운 조직감을 가진 것으로 생각된다. 경도에 있어서 대조구와 처리구간에 H0 처리구를 제외하고는 큰 차이를 나타내지 않았다. 계란찜의 팽창 높이를 측정된 결과 H10 처리구에서 가장 높은 값(12.9mm)을 나타내었다. 관능검사 결과 대조구와 비교하여 처리구가 우수한 기호도를 가진 것으로 판명되었고 특히 H10 처리구가 처리구 중 가장 우수한 것으로 나타내었다. 외관에서 H10 처리구가 균일하게(부풀음) 계란찜 형성을 하였다. H15 처리구의 경우 수분이 많은 것으로 보였으며, H5 및 대조구는 외관상 좋지 않았고, H10 및 H15 처리구의 경우 참기름의 맛이 진했다. 따라서 H10의 처리구가 조직감 및 기호도를 포함하여 적정

**Table 10. Effect of height within microwave oven for microwave heating of steamed egg on color value, hardness, temperature, expansion and sensory evaluation**

Treatment <sup>1)</sup>	L	a	b	H(g) <sup>2)</sup>	T(°C) <sup>2)</sup>	E(mm) <sup>2)</sup>	Sensory evaluation		
							Appearance	Texture	OA <sup>2)</sup>
Control	77.3	-3.4	39.6	177	81.6	11.5	5.0 <sup>b</sup>	5.0 <sup>c</sup>	5.0 <sup>d</sup>
H0	79.6	-4.7	40.2	249	82.0	12.2	5.3 <sup>b</sup>	6.4 <sup>b</sup>	6.9 <sup>b</sup>
H5	77.9	-3.0	39.6	174	85.0	11.0	4.7 <sup>c</sup>	7.0 <sup>a</sup>	6.3 <sup>c</sup>
H10	78.0	-2.8	37.3	179	84.9	12.9	6.1 <sup>a</sup>	6.7 <sup>b</sup>	7.3 <sup>a</sup>
H15	78.4	-4.5	26.2	184	83.8	11.9	6.1 <sup>a</sup>	7.0 <sup>a</sup>	5.0 <sup>d</sup>

<sup>abcd</sup>Means with the same letter are not significantly different in a column(p<0.05).

<sup>1)</sup>H0, H5, H10, H15: Refer to the comment in Table 1.

<sup>2)</sup>H: Hardness, T: Temperature, E: Expansion, OA: Overall acceptance.

조건으로 생각된다. Heddleson 등(20)은 마이크로파 가열을 통해 계란의 총균수가 급격히 감소하였다고 보고하였고 Aiguo와 Barringer(21)는 30~140°C의 범위에서 계란을 가열하였을 때 소금의 양을 높이면 70°C 부근에서 유전상수의 값이 급격히 증가하였고 특히 단백질의 경우 소금의 양과 단백질 변성온도와 깊은 관계가 있다고 보고하였다.

## 요 약

마이크로파 가열 높이를 전자레인지 내부에서 0mm(H0), 5mm(H5), 10mm(H10), 15mm(H15)로 조절하여 팝콘, 감자, 냉동핫도그, 계란찜의 가열 특성을 검토하였다. 팝콘의 경우, 가열 위치가 증가함에 따라 무게 감소가 현저히 감소하였다. 가열 위치가 증가함에 따라 부피가 증가하여 가열 위치가 상승함에 따라 팝콘이 잘 튀겨지는 것으로 나타났다. 관능검사 결과 H10 처리구가 맛에 있어서 가장 우수하였다. 감자의 경우, 가열 위치가 증가함에 따라 호화도 값이 증가하여 가열 효과도 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 관능검사 결과 H10 처리구가 가장 높은 기호도 점수를 나타내었다. 냉동핫도그의 조직감을 측정된 결과 가열 위치가 상승함에 따라 경도가 낮아지는 경향을 나타내어 H15 처리구에는 408.8g의 가장 낮은 경도를 나타내었다. 계란찜의 경우, 가열 온도는 H5 처리구가 가장 높은 온도를 나타내었으며 H10 처리구가 기호도에서 가장 높은 값을 나타내었다. 따라서 마이크로파 가열시 가열 높이에 따라 품질 특성이 달라짐을 나타내었다.

## 문 헌

1. Rebert, V. D. : *Microwave foods : New product development*. Food & Nutrition Press, Inc. Trumbull, Conn., p.67(1992)
2. May, K. N. : Applications of microwave energy in preparation of poultry convenience foods. *J. Microwave Power*, **4**, 54(1969)
3. Smith, D. P. : Industrial microwave cooking comes

- of age : Chicken cooking in operation 2.5years. *Microwave Energy Appl. Newsletter*, **1**, 9(1969)
4. Decareau, R. V. : Notes on some European microwave equipment. *Microwave Energy Appl. Newsletter*, **9**, 7(1976)
  5. Zarotschenzeff, W. M. and Zarotschenzeff, M. T. : Precooked food package method of preparing the same. U.S. Patent 2,807,550(1957)
  6. Olsen, C. M. : Microwaves inhibit bread mold. *Food Eng.*, **37**, 51(1965)
  7. Chamberlain, N. : Microwave energy in the baking of bread. *Food Trade Rev.*, **43**, 8(1973)
  8. Rice, J. : Coated aluminum tray with protection dome tops. *Food Processing*, **45**, 112(1984)
  9. Rice, J. : GF breaks new ground in convenience packaging. *Food Processing*, **47**, 21(1986)
  10. Roccaforte, H. I. : Microwave popcorn package. U.S. Patent 4,584,202(1986)
  11. Webinger, G. P. : Food package. U.S. Patent 4,586,649 (1986)
  12. Rynnanen, S. and Ohlsson, T. : Microwave heating uniformity of ready meals as affected by placement, composition, and geometry. *J. Food Sci.*, **61**, 620(1996)
  13. 鈴木繁男, 中村道徳 : 澱粉科學實驗法. 朝倉書店, 日本, p.171(1979)
  14. SAS : SAS User's guide; Statistics: Ver. 6.03 ed. SAS Institute Inc., Cary(1988)
  15. 김광옥, 김상숙, 성내경, 이영춘 : 관능검사 방법 및 응용. 신광출판사, p.113(1993)
  16. Babbitt, R. J. : Microwave food package with printed-on susceptor. U.S. Patent 5,171,594(1992)
  17. Rice, J. : 'New wave' susceptors tout improved temperature control. *Food Processing*, **53**, 93(1992)
  18. Turpin, C. H. : Microwave popcorn popping bag. U.S. Patent 5,302,790(1994)
  19. Burfoot, D., Raiton, C. J., Foster, A. M. and Reavell, S. R. : Modelling the pasteurisation of prepared meals with microwaves at 896 MHz. *J. Food Engineering*, **30**, 117(1996)
  20. Heddleson, R. A., Doores, S., Anantheswaran, R. C. and Kuhn, G. D. : Viability loss of *Salmonella* species, *Staphylococcus aureus*, and *Listeria monocytogenes* in complex foods heated by microwave energy. *J. Food Protection*, **59**, 813(1996)
  21. Aiguo, Li. and Barringer, S. : Effects of protein denaturation on the dielectric properties for ham, egg and milk. Abstract of IFT annual meeting, p.141(1996)

(1998년 1월 22일 접수)