

## 마이크로파 해동에서 냉동식품의 해동높이 변화가 해동 후 품질에 미치는 영향

김준석<sup>†</sup> · 이창호 · 한 역\*

한국식품개발연구원  
\*호서대학교 식품영양학과

### Effects of Height for Microwave Defrosting on Frozen Food

Jun-Seok Kum<sup>†</sup>, Chang-Ho Lee and Ouk Han\*

Korea Food Research Institute, Songnam 463-420, Korea  
\*Dept. of Food and Nutrition, Heoseo University, Asan 336-795, Korea

#### Abstract

For the purpose of improving quality of defrosted-frozen chicken leg, beef and yellow corvina, the effects of height(0mm : H0, 5mm : H5, 10mm : H10, 15mm : H15) for microwave defrosting on their physicochemical properties were investigated. In frozen chicken leg, color values were not significant different between each treatment while H10 and H15 had the highest score on appearance. Hardness of defrosted chicken leg was increased as height increased. In frozen beef, temperature of beef after defrosting increased as height increased and H10 had the highest appearance score. In frozen yellow corvina, H10 had the highest hardness and appearance scores. Physicochemical properties of color, texture and appearance of microwave-defrosted frozen food were changed by height within microwave oven.

**Key words:** microwave, defrosting

#### 서 론

보통 식품들은 저장이나 유통 중에 품질이 변하지 않도록 급냉을 시켜 보관하는 경우가 많다. 특히 육류나 어류의 식품군들은 가장 좋은 예인데 산업현장에서는 이러한 냉동식품을 가공하기 위하여 해동공정을 거치는 경우가 있다. 해동공정에는 여러 가지 방법이 사용되고 있지만 가장 일반적인 방법은 해동실에서 2~5일을 해동하여 어느 정도 일정한 온도(-3°C)까지 떨어지게 방치하여 두는 방법을 사용하고 있고 이러한 공정을 가속화하기 위하여 열풍이나 온수를 사용하기도 하지만 이러한 방법은 해동 속도는 비록 빨라지겠지만 제품의 질은 상당히 저하되며 또한 오랜시간 동안 열풍에 노출되거나 온도 상승으로 인하여 표면의 온도가 올라가게 되면 미생물학적인 문제점이 나타나게 된다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위해 냉동식품의 내부까지 단시간에 열이 발생할 수 있는 마이크로파의 이용이 각광을 받기 시작하였다(1-4). 해동공정에 마이크로파

의 이용으로 열 전달이 느린 문제점도 극복되고 공정 시간도 24시간 이상 걸리는 것을 단 몇분으로 줄일 수 있게 되었다(5). 해동공정에서 일반적인 방법의 가장 큰 문제점은 표면에 녹아 있는 물이 얼음보다 열의 흡수가 쉽고 빠르기 때문에 내부에는 대부분이 여전히 냉동 상태로 존재하게 된다. 즉 표면에서 먼저 해동이 되고 열의 흡수가 일어남으로써 중심 부위까지의 열 전달을 막게 된다. 그러나 마이크로파를 이용하게 되면 고기나 어류 등은 수분 안에 약 -3°C까지 해동이 가능하고 표면의 수분 현상을 방지하므로 내부가 냉동 상태로 남아 있는 현상을 방지하여 성공적인 해동을 할 수 있다(5-10). 또한 이러한 장점 이외에도 드립현상에 의한 손실(drip loss)을 현저히 감소시켜(5~10%) 약 10%의 경비 절감을 꾀할 수 있고 juice한 면이 식품 안에 그대로 남아 있다는 것이다(11). 이 방법은 Meisel(12)이 냉동어류나 새우 등에 적용하여 성공하였다. 그러나 마이크로파 해동의 문제점은 육류에 소금이나 구멍(voids) 등이 있을 때에는 완전하게 균일한 해동이 이루어지지 않고

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

해동 과정이 0°C 이하에서 마이크로파를 이용하면 표면에서 가장 많은 양의 마이크로파를 흡수하게 되므로 약간의 방열 현상이 일어난다. 그러므로 현재의 개선 방법으로는 ABR, Raytheon, L.M.I. 같은 곳에서 시간 당 0.5~6톤을 10~30분 안에 마이크로파 터널로 통과, 처리시킬 수 있게 냉풍(refrigerated air)을 마이크로파 터널에 공급하여 thermal runaway 현상을 급격히 줄이고 있다(13). 본 연구에서는 이러한 현상을 줄일 수 있는 방법으로 식품의 해동높이를 전자레인지 내의 해동높이를 조절하여 육류의 해동시 품질 특성을 높이고 각 해동높이에 따른 품질 특성을 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

해동시험에 사용한 냉동닭다리는 일정한 크기의 닭다리를 구입하여 8개씩(450~500g) 비닐팩으로 포장하여 냉동(-20°C) 상태로 7일 동안 보관하여 처리구별로 4개씩 랩을 씌운 후 해동하였고 냉동소고기는 시중에서 통소고기를 구입하여 600g씩 비닐팩으로 날개 포장하여 냉동(-20°C) 상태로 7일 동안 보관한 후 처리구별로 600g씩 랩을 씌운 후 해동하였으며 냉동조기는 일정한 크기의 참조기를 구입하여 10개씩 비닐팩으로 포장하여 냉동(-20°C) 상태로 7일 동안 보관한 후 처리구별로 4개씩(300~400g) 랩을 씌운 후 해동하였다.

### 해동방법

마이크로파를 이용한 해동에는 2450 MHz의 일반 전자레인지(RE-650, 삼성전자)를 대조구로 사용하였으며, 높이를 조절할 수 있게 개조하여 내부에서 해동 위치를 0mm(H0), 상향 5mm(H5), 상향 10mm(H10), 상향 15mm(H15)의 위치로 설정하여 자동저장된 내부 온도 및 중량센서에 의한 자동해동 프로그램을 이용하여 해동하였다.

### 색도 측정

색도 측정은 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.

### 중량, 온도, pH, 조직감 측정

각 시료의 무게는 시험용 전기 저울(FX3000, AND, Japan)을 이용하였으며 온도 측정은 해동 후 즉시 디지털 온도계(Model 8500-40, Cole Parmer, USA)를 이용하여 각 부위의 온도를 측정하였고 pH는 시료를 10배 희석하여 Corning pH meter 245(USA)를 이용하여 측정하였다. 조직감은 시료를 일정 크기로 절단하여(가로 60mm, 세로 30mm, 높이 20mm), Texture analyser(Model TX XT2, Stable Micro Systems)를 사용하였으며 이때의 측정 조건은 mesure type : compression test, deformation ratio : 30%, plunger type : cylindrical type-6mm, chart speed : 0.5mm/s로 하였다.

### 관능검사

시료의 제시는 무작위 세자리수를 달은 용기에 시료를 담아 뚜껑을 덮어 매번 20명씩 훈련된 패널요원들에게 제시하여 외관의 기호도 검사를 9항목 척도를 이용하여 측정하였다. 검사결과에 대한 통계분석에는 SAS(16)를 이용한 분산분석법을 실시하여 유의적 차이가 인정되면 LSD의 다중 비교를 실시하여 시료간의 최소 유의차를 구하였다.

## 결과 및 고찰

### 냉동닭다리

냉동 저장한 닭다리를 마이크로파로 해동하여 손실율, 해동시간, 온도 및 pH 측정 결과는 Table 1에 나타내었다. 해동하기 전의 중량과 해동 후의 중량의 차이는 대조구 및 처리구의 가열 위치에 따른 차이는 없었으며 해동 결과 해동 전의 중량과 차이가 없어 drip loss는 없는 것으로 판명되었다. El-Shimi 등(14)도 마이크로파를 이용한 냉동닭의 해동실험에서 drip loss가 다

Table 1. Effect of height within microwave oven for microwave defrosting of frozen chicken leg on drip loss, defrosting time, temperature, pH and appearance

Treatment	Drip loss(g)	Defrosting time(sec)	Temperature(°C)	pH	Appearance
Control	0.3 <sup>a</sup>	290 <sup>b</sup>	-0.4 <sup>c</sup>	6.1 <sup>a</sup>	3.8 <sup>c</sup>
H0	0.2 <sup>a</sup>	453 <sup>a</sup>	3.2 <sup>b</sup>	6.4 <sup>a</sup>	3.8 <sup>c</sup>
H5	0.1 <sup>a</sup>	455 <sup>a</sup>	4.9 <sup>b</sup>	6.3 <sup>a</sup>	5.2 <sup>b</sup>
H10	0.0 <sup>a</sup>	452 <sup>a</sup>	1.0 <sup>bc</sup>	6.5 <sup>a</sup>	6.0 <sup>a</sup>
H15	0.0 <sup>a</sup>	456 <sup>a</sup>	8.0 <sup>a</sup>	6.2 <sup>a</sup>	6.0 <sup>a</sup>

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

른 방법에 비해 현저히 줄어든다고 보고하였다. 해동 시간은 대조구의 경우 4분 50초, 처리구의 0mm(H0)는 7분 33초, 5mm(H5)는 7분 35초, 10mm(H10)는 7분 32초, 15mm(H15)의 경우는 7분 36초가 각각 소요되었다. 따라서 처리구의 가열 높이에 따른 해동시간은 차이가 없으나 대조구와는 큰 차이를 나타내었다. 육류를 마이크로파로 해동하는데 걸리는 시간은 일반적인 방법에 비해 크게 감소하는 것으로 보고되었다(5). Virtanen 등(15)도 출력, 시료 두께 등을 달리하여 해동시간을 단축하였다. 각 시료의 내부 온도를 측정할 결과 H15의 경우 해동 후 8°C를 나타낸 반면 대조구의 경우 -0.4°C를 나타내었다. 이는 해동시간이 증가함에 따른 결과이며 또한 가열 높이에 따라 해동의 효과도 증가한 것으로 생각된다. 그러나 H10의 경우 내부 온도가 1°C로 나타내어 해동시간이 증가함에도 불구하고 대조구와 비교하여 온도 차이가 작게 나타내어 해동 효과는 크지 않은 것으로 나타내었다. 각 시료의 해동 후 pH는 6.1에서 6.5 사이에 있어 미생물의 번식에 영향을 주지 않았으며

해동 후의 품질 변화는 없는 것으로 나타났다. 냉동닭의 마이크로파 해동시 총 균수가 현저히 감소하는 것으로 알려져있다(14). 각 처리구에 따른 색도의 변화는 (Table 2) 닭다리의 껍질, 살(속) 및 뼈로 구분하여 측정하였다. 껍질의 경우 L값, a값 모두 큰 차이는 없었으며 b값은 H5의 처리구에서 감소하였고 chroma값은 H0에서 가장 높아 색의 강도(saturation)가 강한 것으로 나타났다으나 각 처리구 간의 유의성은 보이지 않았다. 닭다리의 살부분 역시 처리구간에 유의적인 차이는 나타나지 않았고 뼈의 색도 역시 처리구간의 유의적 차이는 나타나지 않았지만 H5 처리구에서 L값이 가장 낮은 값으로 나타났다. Ibanez 등(16)은 냉동과채류를 마이크로파로 해동한 결과 Broccoli는 해동시간에 따라 색도의 변화가 크고 시금치는 해동온도가 가장 큰 요소로 작용하였다고 보고하였다. 각 시료의 조직감을 측정할 결과(Table 3), 높이가 증가할수록 겹섬(gumminess), 경도(hardness) 및 씹힘성(chewiness) 등이 증가하였으며 각 처리구간에 유의적인 차이를 나타내었다. 경도에 있어서 대조구와 처리구간에 큰 차이를 나타내었으며 처리구에서도 가열 높이가 높아짐에 따라 경도가 증가하여 전체적으로 해동의 효과도 있고 닭다리의 원형도 유지하는 것으로 생각된다. 이는 관능검사 결과와도 일치하였다. Jangchud 등(17)도 냉동새우를 마이크로파를 이용하여 해동하였을 때 다른 방법에 비해 수분 함량은 가장 낮았고 절단강도는 가장 높았다고 보고하였다. 관능검사 결과(Table 1) 처리구에서 H10과 H15의 가열 높이가 전체적인 외관이 가장 우수한 것으로 나타났다. 일반적으로 부피가 큰 식품은 일반적으로 해동속도 및 두께를 조절하여 해동하거나 첨가제를 첨가하여 해동하는 경우가 있으나 부피가 작은 식품들은 기계적(출력등) 장치로 완전한 해동이 가능한 것으로 보고되었다(18).

Table 2. Effect of height within microwave oven for microwave defrosting of frozen chicken leg on color value\*

Treatment	L	a	b	Chroma	Hue
--- Skin ---					
Control	73.6	5.0	11.3	12.4	65.2
H0	71.0	8.2	10.3	13.2	50.4
H5	72.0	6.2	6.1	8.6	42.7
H10	71.2	6.4	9.6	11.7	55.1
H15	72.3	5.2	8.0	9.6	54.9
--- Muscle ---					
Control	53.1	9.6	10.8	14.6	49.5
H0	51.3	10.5	8.9	14.1	40.8
H5	50.3	11.6	9.3	15.0	38.7
H10	45.7	9.9	7.2	12.3	36.3
H15	49.7	11.2	9.9	15.2	44.3
--- Bone ---					
Control	51.9	5.7	4.4	7.3	37.6
H0	49.0	7.0	8.0	10.6	49.5
H5	42.5	14.1	6.4	15.5	23.1
H10	49.4	11.0	16.1	19.5	54.0
H15	46.5	8.9	7.6	12.1	38.6

\*Means are not significantly different at 0.05 level

### 냉동소고기

냉동저장한 소고기를 마이크로파를 이용하여 해동한 결과는 Table 4~6에 나타내었다. 해동하기 전의 중량과 해동 후의 중량의 차이는 대조구 및 처리구의 가

Table 3. Effect of height within microwave oven for microwave defrosting of frozen chicken leg on texture

Treatment	Springiness	Gumminess	Cohesiveness	Adhesiveness	Hardness(g)	Chewiness
Control	0.9 <sup>a</sup>	833.1 <sup>bc</sup>	0.5 <sup>a</sup>	84.1 <sup>a</sup>	1365.8 <sup>c</sup>	581.4 <sup>d</sup>
H0	0.9 <sup>a</sup>	872.1 <sup>bc</sup>	0.5 <sup>a</sup>	74.5 <sup>a</sup>	1807.6 <sup>c</sup>	763.8 <sup>bc</sup>
H5	0.9 <sup>a</sup>	1203.2 <sup>b</sup>	0.5 <sup>a</sup>	95.4 <sup>b</sup>	2519.3 <sup>b</sup>	1127.2 <sup>b</sup>
H10	0.9 <sup>a</sup>	1374.2 <sup>ab</sup>	0.5 <sup>a</sup>	144.3 <sup>a</sup>	2787.0 <sup>ab</sup>	1271.5 <sup>ab</sup>
H15	0.9 <sup>a</sup>	1484.1 <sup>a</sup>	0.5 <sup>a</sup>	105.1 <sup>a</sup>	3087.9 <sup>a</sup>	1361.8 <sup>a</sup>

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

**Table 4. Effect of height within microwave oven for microwave defrosting of frozen beef on drip loss, defrosting time, temperature, pH and appearance**

Treatment	Drip loss(g)*	Defrosting time(sec)*	Temperature(°C)*			pH*	Appearance
			Top	Center	Bottom		
Control	4.4	660	3.5	0.7	2.8	5.7	4.0 <sup>b</sup>
H0	14.1	669	3.0	3.3	2.7	5.7	4.0 <sup>b</sup>
H5	10.6	641	9.1	-5.0	0.8	5.6	4.5 <sup>b</sup>
H10	9.6	660	4.0	-2.4	6.0	5.7	7.0 <sup>a</sup>
H15	9.0	639	4.8	-2.2	1.7	5.7	6.5 <sup>a</sup>

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

\*Means are not significantly different at 0.05 level

**Table 5. Effect of height within microwave oven for microwave defrosting of frozen beef on color value\***

Treatment	L	a	b	Chroma	Hue
Control	37.5	18.6	6.1	19.6	18.0
H0	37.4	19.7	6.4	20.7	17.6
H5	37.4	21.1	8.8	22.9	22.9
H10	39.4	21.1	8.8	22.7	21.4
H15	37.0	18.4	7.1	19.7	20.9

\*Means are not significantly different at 0.05 level

열 높이에 따라 약간의 차이가 있으며 대조구의 경우 처리구에 비해 drip loss가 적었다. 해동시간은 대조구의 경우 11분, 처리구의 H0는 11분 9초, H5는 10분 41초, H10는 11분, H15의 경우는 10분 39초가 각각 소요되었다. 따라서 대조구와 처리구에 따른 해동시간은 큰 차이는 없으나 처리구의 H15가 가장 적게 걸렸다. 냉동소고기의 경우 해동시 냉동닭다리와 달리 대조구와는 해동시간에는 큰 차이가 없었다. 각 시료의 온도를 부위별로 측정된 결과 대체적으로 소고기의 윗부분이 온도가 가장 높았으며 밑부분, 중간부분 순으로 온도가 낮은 경향을 보여 위치가 상승할수록 가열 온도가 높은 것으로 나타났다. 처리구의 H10의 경우 윗부분과 밑부분의 온도차가 가장 적은 것으로 나타났다. 각 시료의 해동 후 pH는 5.6에서 5.7 사이에 있어 미생물의 번식에 영향을 주지 않았으며 해동 후의 품질 변화도 없는 것으로 나타났다. Syed-Ziauddin 등(19)도 육류를 마이크로파로 해동하였을 때 다른 방법에 비해 총균수가 가장

적은 것으로 보고하였다. 각 처리구에 따른 색도의 변화를 측정된 결과(Table 5) L값, b값 모두 큰 차이는 없었으며 a값은 H5 및 H10 가열 높이에서 가장 높은 값을 나타내어 소고기 고유의 색도를 유지하는 것으로 나타났다. 또한 chroma 및 hue값 역시 H5 및 H10에서 가장 높은 값을 나타내어 색의 강도도 증가하는 것으로 나타났으나 각 처리구간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 각 시료의 조직감을 측정된 결과(Table 6) 각 처리구 간에 유의적인 차이는 없으나 경도의 경우 H5, H10, H15 처리구에서 낮아지는 경향을 보여 해동의 효과가 증가하고 H5 및 H10은 관능검사의 외관 기호도 검사 결과도 우수하게 나타내어 원형을 유지하는 것으로 나타났다. 관능검사 결과(Table 4) 처리구의 10mm의 가열 높이가 전체적인 외관이 가장 우수한 것으로 나타났으며 특히 대조구와는 큰 차이를 보였다.

### 냉동조기

냉동저장한 조기를 마이크로파를 이용하여 해동한 결과는 Table 7~9에 나타내었다. 해동하기 전의 중량과 해동 후의 중량의 차이는 대조구 및 처리구의 가열 높이에 따른 차이는 없었으며 해동 결과 해동 전의 중량과 차이가 없어 drip loss는 없는 것으로 판명되었다. 각 시료의 온도를 부위별로 측정된 결과 대체적으로 닭다리 및 소고기에 비하여 해동 후의 온도 분포의 차이가 적은 것으로 나타났다. 이는 닭다리와 소고기에 비해 시료 높이가 낮았으며 조기의 조직감에 기인한 것

**Table 6. Effect of height within microwave oven for microwave defrosting of frozen beef on texture\***

Treatment	Springiness	Gumminess	Cohesiveness	Adhesiveness	Hardness(g)	Chewiness
Control	0.5	668.0	0.3	224.8	1882.0	476.4
H0	0.6	230.5	0.4	188.6	2687.4	198.0
H5	0.6	280.6	0.4	117.6	656.6	171.5
H10	0.6	430.2	0.4	114.3	740.5	255.8
H15	0.7	320.8	0.5	217.3	665.0	216.3

\*Means are not significantly different at 0.05 level

**Table 7. Effect of height within microwave oven for microwave defrosting of frozen yellow corvina on drip loss, defrosting time, temperature, pH and appearance**

Treatment	Drip loss(g)*	Defrosting time(sec)*	Temperature(°C)*			pH*	Appearance
			Top	Center	Bottom		
Control	0.3	330	-0.9	-0.5	-0.3	6.8	4.0 <sup>b</sup>
H0	0.0	336	-0.7	-1.4	-1.2	6.8	4.3 <sup>b</sup>
H5	0.1	338	-1.5	-1.2	-1.2	6.6	6.8 <sup>a</sup>
H10	0.3	335	-3.6	-3.4	-3.5	6.8	6.5 <sup>a</sup>
H15	0.1	338	-2.9	-3.6	-3.2	6.7	4.0 <sup>b</sup>

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

\*Means are not significantly different at 0.05 level

**Table 8. Effect of height within microwave oven for microwave defrosting of frozen yellow corvina on color value\***

Treatment	L	a	b	Chroma	Hue
--- Skin ---					
Control	63.0	-0.3	-2.7	2.7	264.8
H0	64.5	-0.2	-2.0	2.0	262.7
H5	62.1	-0.6	-3.2	3.3	259.0
H10	58.4	-0.0	-1.0	2.0	217.3
H15	66.5	-0.5	-0.8	2.7	189.5
--- Muscle ---					
Control	47.1	2.8	4.1	5.0	53.0
H0	46.4	2.0	2.5	3.4	56.2
H5	46.3	2.0	3.0	3.6	56.3
H10	43.7	0.7	0.6	1.2	67.5
H15	46.5	2.4	2.9	3.8	55.3

\*Means are not significantly different at 0.05 level

으로 생각된다. 또한 H10의 처리구에서 온도 분포의 차이가 가장 적었으며 내부 온도 또한 가장 낮았다. 각 시료의 해동 후 pH는 6.6에서 6.8 사이에 있어 미생물의 번식에 영향을 주지 않았으며 해동 후의 품질변화는 없는 것으로 나타났다. 각 처리구에 따른 색도의 변화는 (Table 8) 조기의 껍질(표피)과 살(속)로 구분하여 측정하였다. 표피의 경우 L값, a값 모두 큰 차이는 없었으며 b값은 H5 처리구에서 감소하였고 chroma값은 증가하여 색의 강도는 증가한 것으로 나타났으나 처리구 간의 유의성은 보이지 않았다. 조기의 살부분 역시

처리구간에 유의적인 차이는 나타내지 않았다. 각 시료의 조직감을 측정된 결과(Table 9) 탄력성(springiness), 겹섬성(gumminess), 응집성(cohesiveness) 및 경도(hardness)에서 각 처리구간에 유의적인 차이를 나타내었다. 경도에 있어서 H10 처리구에서 가장 높은 값을 나타내었다. 그러나 조직감에서 경도(hardness)의 차이가 있으나 모든 해동식품에 경도가 높은 것이 조직감이 우수하다고 결론을 얻는 것은 무리라고 생각한다. 관능검사 결과(Table 7) H5와 H10의 처리구가 전체적인 외관에서 해동 전의 조기의 색과 모양에 가장 가까운 상태를 나타내어 가장 우수한 것으로 나타났다.

**요 약**

마이크로파의 해동 위치를 전자레인지 내부에서 0mm (H0), 5mm(H5), 10mm(H10), 15mm(H15)로 높이를 조절하여 육류(냉동닭다리, 냉동소고기, 냉동조기)의 해동시 품질 특성을 검토한 결과 냉동소고기의 경우 해동 위치가 높아짐에 따라 조직감의 경도가 높아졌고 색도는 큰 차이가 없었으나 관능검사 결과 외관은 H10과 H15의 처리구가 가장 높았다. 냉동소고기는 위치가 높아짐에 따라 해동 후의 온도가 증가하였으며 외관은 H10 처리구가 가장 높은 기호도를 나타냈다. 냉동조기의 해동에서는 H10의 처리구가 조직감의 경도에서 가장 높은 값을 나타내었고 외관의 기호도에서 가장 높은 기호도를 나타냈다. 따라서 마이크로파 해동 높이

**Table 9. Effect of height within microwave oven for microwave defrosting of frozen yellow corvina on texture**

Treatment	Springiness	Gumminess	Cohesiveness	Adhesiveness	Hardness(g)	Chewiness
Control	0.9 <sup>a</sup>	951.4 <sup>bc</sup>	0.6 <sup>a</sup>	27.6 <sup>a</sup>	1759.4 <sup>bc</sup>	840.1
H0	0.7 <sup>b</sup>	666.1 <sup>c</sup>	0.5 <sup>ab</sup>	18.5 <sup>a</sup>	1301.0 <sup>c</sup>	485.4
H5	0.8 <sup>ab</sup>	1041.2 <sup>bc</sup>	0.5 <sup>ab</sup>	35.4 <sup>a</sup>	2248.5 <sup>b</sup>	823.9
H10	0.7 <sup>b</sup>	1424.3 <sup>a</sup>	0.5 <sup>ab</sup>	25.0 <sup>a</sup>	2711.0 <sup>a</sup>	1061.3
H15	0.8 <sup>ab</sup>	1129.5 <sup>b</sup>	0.5 <sup>ab</sup>	16.6 <sup>a</sup>	2384.8 <sup>b</sup>	888.0

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

에 따라 품질 특성이 달라지며 식품의 구성 및 크기에 따라 해동 위치가 달라짐을 알 수 있었다.

## 문 헌

1. Lund, A. A. : Electronics makes a first beach-head in frozen food field. *Food Mater. Equip.*, **5**, 2(1945)
2. Martin, E. F. : Electronic device defrosts frozen fruits. *Ice cream field*, **45**, 18(1945)
3. Cathcart, W. H. and Parker, J. J. : Defrosting foods with high-frequency heat. *Food Res.*, **11**, 341(1946)
4. Sherman, V. M. : Electronic heat in the food industries. *Food Ind.*, **18**, 506(1946)
5. Edgar, R. : The economics of microwave processing in the food industry. *Food Technol.*, **40**, 106(1986)
6. Cathcart, W. H. : Frozen foods defrosted by electronic heat. *Food Ind.*, **18**, 1524(1946)
7. Jason, A. C. and Sanders, H. R. : Dielectric thawing of fish. I. Experiments with frozen herrings. *Food Technol.*, **16**, 101(1962)
8. Jason, A. C. and Sanders, H. R. : Dielectric thawing of fish. I. Experiments with frozen white fish. *Food Technol.*, **16**, 107(1962)
9. Bengtsson, N. E. : Electronic defrosting of meat and fish at 35 and 2450 Mc. A laboratory comparison. *Food Technol.*, **17**, 97(1963)
10. Decareau, R. V. : Microwave defrosting and heating. *Microwave Energy Appl. Newsletter*, **1**, 9(1970)
11. Bezanson, A. : Microwave tempering of frozen foods. *Microwave Power Inst.*, **5**, 89(1975)
12. Meisel, N. : Tempering of meat by microwaves. *Microwave Energy Appl. Newsletter*, **5**, 3(1972)
13. Sale, A. J. H. : A review of microwaves for food processing. *J. Food Technol.*, **11**, 319(1976)
14. El-Shimi, N. M., Shekeib, L. and Kenawi, M. A. : Technological, chemical, sensory and microbiological examination of frozen chicken as affected by microwave thawing. Proceeding of Food Sci. Symposium, Univ. of Alexandria, Alexandria, Egypt, p.91(1992)
15. Virtanen, A. J., Goedeken, D. L. and Tong, C. H. : Microwave assisted thawing of model frozen foods using feed-back temperature control and surface cooling. *J. Food Sci.*, **62**, 150(1997)
16. Ibanez, E., Foin, A., Cornillon, P. and Reid, D. S. : Study of different thawing methods for frozen fruits and vegetables. Abstract of IFT Annual meeting, p.1082 (1996)
17. Jangchud, A., Balasubramaniam, V. M., Hung, Y. C. and Chinnan, M. S. : Quality of thawed frozen shrimp by different thawing methods. Abstract of IFT Annual meeting, p.33(1996)
18. Copson, D. A. : Thermal history of the product in microwave freeze-drying In "Microwave Heating" AVI Publishing Co., Inc. Westport Connecticut, p.78(1975)
19. Syed-Ziauddin, K., Rao, D. N., Ramesh, B. S. and Amla, B. L. : Effect of freezing, thawing and frozen storage on microbial profiles of buffalo meat. *J. Food Sci. Technol.*, **30**, 465(1993)

(1997년 10월 14일 접수)