

## 저장 온도 및 가열 방법이 밀가루겔 및 식빵의 조직 특성에 미치는 영향

고하영<sup>†</sup> · 윤계순

우석대학교 식품영양학과

### Effects of Storage Temperatures and Heating Methods on the Textural Characteristics of Wheat Flour Gels and Loaf Bread

Ha-Young Koh<sup>†</sup> and Gye-Soon Yoon

Dept. of Food Science and Nutrition, Woosuk University, Chonbuk 565-701, Korea

#### Abstract

Effects of storage temperature at  $-18^{\circ}\text{C}$  and  $5^{\circ}\text{C}$  for 9 days and heating conditions on textural characteristics in strong wheat flour gels were investigated using a Instron after microwave (2450MHz, 700W). Heating condition did not affect the texture property in the wheat flour gels, but the frozen storage was very effective to prevent the hardening of the samples. Hardness, adhesiveness, and gumminess in the wheat flour gels decreased in increasing moisture content from 45% to 55%, but there was little change in cohesiveness. The storage at room temperature for 2 hours resulted in increased hardness in the heated wheat flour gels. PE wrap package of the wheat flour gels prevented weight loss by 3~6% and hardening effectively. Sugar, or sugar and shotening resulted in increased hardness in loaf bread. The hardness and weight loss in loaf breads were markedly changed by the heating time with microwave. The most critical time point was around 4 minutes following the heating.

**Key words:** wheat flour gels, microwave heating, texture, loaf bread

#### 서 론

근래에 마이크로웨이브 오븐의 급속한 보급에 따라 많은 식품에 대하여 급속 해동 및 가열조리에 이용되고 있으나 전분질 식품은 마이크로파 가열시 수분이 손실 되고 식으면 빨리 경화 현상이 일어난다(1). Kum 등(2, 3)은 마이크로파 재가열시 쌀밥의 품질은 냉동저장이 정도 감소 효과가 가장 크다고 하였다.

소맥분의 조리시 전분입자는 전파가 매우 통하기 쉬우므로 식품의 내부도 동시에 가열되나 가열이 지나치면 내부부터 타게 된다. 단기간 가열에서는 알파화가 문제 가 된다(4).

Higo 등(5)에 의하면 마이크로파와 열전도 가열한 빵의 완전파괴용력은 마이크로파가 열전도에 비해 약 1.8 배 컸으며, 빵 중의 수분함량을 비교한 결과 33~44%는 마이크로파와 열전도 가열이 비슷한 경도를 나타내지만 33% 이하는 현저히 마이크로파 가열이 경화를 촉진

시켰다. 빵을 함수량 0.28~0.29g/g으로 가열건조하고  $30^{\circ}\text{C}$ 에서 등온흡수곡선을 구한 결과 고주파가열과 전 열가열 간에 현저한 차가 없고 거의 같은 곡선이다(6). 함수율 약 40%의 텍스트린, 용성전분, 호화소맥전분 등의 연생지(練生地)를 전자레인지와  $140^{\circ}\text{C}$ 의 항온기에서 일정온도까지 가열하고 가열직후의 결합수량을 측정 한 결과 마이크로파 가열한 쪽이 결합수량이 적은 것이 많았다(7,8). 시판 빵을 마이크로파 가열하면 할수록 함수량이 낮아지며 결합수량은 꽤 낮은 수준까지 달하 나 수화층이 해리한 상태가 불안정하여 마이크로파 가 열 후 시간이 경과함에 따라 크게 증가하게 된다(8,9).

시판 빵에 유화제인 모노글리세라이드를 첨가하면 무첨가에 비해서 아밀로오스 용출율이 저하하여 조직 의 겔화가 지연되는데 이는 빵의 경도에 대하여 부의 상관관계를 갖는다(4).

본 연구에서는 전분질 식품의 동결 후 마이크로파 해 동시 일어나는 조직 변화에 대한 구멍의 일환으로 우선

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

우리나라에서 가장 많이 이용하고 있는 강력 밀가루를 원료로 하여 수분 함량별로 호화 밀가루겔을 만든 후 이것을 저장 온도 및 기간별, 포장 유무에 따라서, 그리고 식빵은 원료 조성에 따라서 마이크로파 재가열 직후의 조직 특성과 가열 후 상온에서 24시간 방치하는 기간 동안의 경도 변화를 구명하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 밀가루겔 제조

시험에 사용한 원료는 강력분의 밀가루를 시중에서 구입하여 수분함량이 습물기준으로 45%, 50%와 55%가 되도록 조정하고 이 원료 2kg을 물과 혼합하여 교반통의 깊이가 34cm, 중앙부위의 넓이가 37cm인 평날개 패들 교반기(HYVM-1214, 한영)를 이용 회전수 40rpm의 속도로 30분간 반죽하였다. 이것을 80g씩 칭량하여 직경 약 8cm인 유리 petri dish에 넣고 수분의 증발을 막기 위해 피이랩 2점으로 씌운 후 스티뮴을 이용하여 100°C에서 10분간 가열하였다.

### 식빵 제조 방법

식빵 재료는 강력분 6,000g, 생이스트 400g, yeast food 12g, 소금 50g, 물 3,500g, 분유 180g을 기본으로 하고 여기에 쇼트닝과 설탕을 다음과 같이 조절하였다. 즉, 재료 구성을 쇼트닝 1,000g, 설탕 448g, 쇼트닝 1,000g과 설탕 448g 그리고 두 가지 전혀 첨가하지 않은 것으로 하였다. 식빵 제조는 Straight법(10)에 의하여 재료를 반죽 후 발효실(동진기계)에서 27°C, 80%RH로 85분 발효시키고, 실온에서 15분 재운 후 다시 36°C, 85%RH에서 50분간 2차 발효하였다. 오븐에서 210°C로 40분 구운 후 1.3cm의 두께로 절단하였다.

### 동결 후 열처리 및 실온 방치 시험

스티뮴가열된 밀가루겔을 -18°C와 5°C에서 9일간 저장하면서 3일 간격으로 시료를 채취하여 스티뮴은 100°C에서 10분, 마이크로파 처리는 발진주파수가 2450MHz인 전자레인지(700W)로 중저에서 7분간 가열하였다. 식빵은 동결 후 2분, 3분, 4분, 5분 마이크로파 처리하였다. 가열 후 밀가루겔은 저장 6시간 후에, 식빵은 4분 마이크로파 가열하고 15분 방치한 후에 기계적 조직특성을 조사하였다. 또한 가열 후 실온에서 24시간 방치시 시간대별 경도 변화를 포장 여부에 따라 조사하기 위하여 시료가 들어있는 petri dish의 위 부분을 PE 랩 2겹으로 포장한 것과 완전 개봉한 것으로 분류하여 측정하였다.

### 품질 평가

조직특성 평가는 Instron(Instron 1000, Instron Co., U.K.)을 이용하여 texture profile analysis(TPA) 방법으로 측정하였는데 이 때 두께가 15mm(식빵은 13mm)인 시료를 직경 9.55mm(식빵 6mm)인 실린더형 plunger로 6mm 깊이까지 압착하여, 이 때 나타나는 힘의 변형곡선으로부터 hardness(경도), adhesiveness(부착성), cohesiveness(응집성) 및 gumminess(겔성)를 조사하였다(11-13). Instron의 cross head speed와 chart speed는 같은 속도인 50mm/min이었다. 중량감소율은 초기 무게에 대한 감소 무게를 측정하여 이것의 감소율을 백분율로 환산하여 표시하였다. 수분함량은 상압가열법으로 측정하여 습물기준으로 표시하였다(14). 통계분석은 SPSS 7.5 통계 프로그램에 의해 2개 시료간에는 T 검정을 3개 이상의 시료에 대해서는 ANOVA Test 후 처리구간 F 검정을 하였고 시료간에는 Duncan 다중검정을 하였다(15,16).

## 결과 및 고찰

### 기계적 조직특성

수분 함량별 동결 후 가열 조건에 따른 강력 밀가루겔의 조직특성을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 수분 45%인 대조구(반죽 후 스티뮴 처리)의 경도가 3.67kg인데 비해 동결 후 스티뮴 처리구가 5.47kg으로, 마이크로파구가 4.06kg으로 증가하였으며, 수분이 증가함에 따라 각각 일정비율로 감소하여 55%에서는 대조구가 1.89kg, 스티뮴구가 2.30kg 그리고 마이크로파구가 2.52kg으로 되었다. 다른 조직 특성인 gumminess에서도 수치는 다르지만 경도와 비슷한 경향을 나타냈다. adhesiveness에 있어서도 수분 증가에 따라 약간 감소하였으나 열처리간에는 차이가 뚜렷하지 않았다. Cohesiveness는 수분 함량에 따른 차이는 뚜렷하지 않았고 열처리시 대조구에 비해 약간 증가하였으나 열처리구간에는 차이를 보이지 않았다.

이상과 같이 밀가루겔의 기계적 조직 특성은 대조구에 비해 가열처리 후 가열 방법에 따른 뚜렷한 차이를 보이지 않고 경도, adhesiveness 등 모든 조직 특성치가 약간씩 증가하였다. 수분함량 증가에 따라 경도, adhesiveness, gumminess은 감소하였으나 cohesiveness는 감소경향이 뚜렷하지 않았다.

마이크로파는 승온속도 증가와 팽화에 따른 기공의 증가와 함께 물의 증발 속도가 빨라지고 수분이 낮아짐에 따라 증발 속도가 빨라져 열전도적 가열보다 현저히 물의 움직임 상태가 다른 저수분 영역에서는 종래의 가

**Table 1. Effects of water contents and heating methods on instrumental texture characteristics of frozen strong wheat flour gels**

MC (%)	Heating methods	Hardness(kg)	Adhesiveness (kg · mm)	Cohesiveness (Dimensionless)	Gumminess(kg)
45	Control	3.67±0.166 <sup>bl1)</sup>	1.26±0.223	1.29±0.102	4.74±0.434 <sup>ab</sup>
	Steam	5.47±1.420 <sup>a</sup>	1.48±0.042	1.40±0.174	7.63±2.022 <sup>a</sup>
	Microwave	4.06±0.376 <sup>ab</sup>	1.41±0.023	1.65±0.190	6.72±1.017 <sup>a</sup>
50	Control	2.44±0.369 <sup>bc</sup>	1.15±0.039	1.14±0.126	2.79±0.553 <sup>c</sup>
	Steam	3.53±0.703 <sup>b</sup>	1.14±0.210	1.28±0.205	4.37±1.581 <sup>ab</sup>
	Microwave	2.76±0.303 <sup>bc</sup>	1.25±0.041	1.22±0.158	3.38±0.591 <sup>b</sup>
55	Control	1.89±0.222 <sup>c</sup>	1.07±0.043	1.30±0.137	2.48±0.488 <sup>c</sup>
	Steam	2.30±0.380 <sup>bc</sup>	1.11±0.0094	1.46±0.516	3.42±1.656 <sup>bc</sup>
	Microwave	2.52±0.408 <sup>bc</sup>	1.06±0.088	1.45±0.459	3.68±1.463 <sup>bc</sup>

<sup>l1)</sup>Mean±SD of 7 replicates after 6 hrs storage(p<0.05).

열법과는 다른 물성 변화를 보일 것이라는 보고(1)가 있었으나 본 연구에서는 가열방법에 따른 차이를 보이지 않았다. 이는 Higo 등(5)이 빵 중의 수분함량을 비교한 결과 33~44%는 마이크로파와 열전도 가열이 비슷한 경도를 나타내지만 33% 이하는 마이크로파 가열이 현저히 경화가 촉진된다는 결과와 일치되는 것으로 본 시험에 사용된 밀가루겔의 수분함량이 45~55%로 비교적 많았고 가열시 수분 증발을 방지하기 위해 유니랩 2겹 포장을 함으로써 경도 차이가 적었던 것으로 생각되었다.

강력 밀가루겔을 저장온도별로 9일간 저장 후 열처리하여 경도의 변화를 조사한 결과는 Table 2와 같다. -18°C에서는 경도가 저장전 초기 3.73kg이었다가 저장 3일 후에 스팀구가 3.97kg으로 마이크로파구가 3.84kg으로 변화가 거의 없었고, 저장 9일 후에도 스팀이 4.70kg, 마이크로파가 5.72kg으로 약간 증가하는데 그쳤으

나 5°C에서는 저장 3일에서 6일 사이에 크게 증가하여 6일 후의 경도는 스팀이 9.93kg이었고 마이크로파가 10.13kg으로 되었다.

식품제조 후 동결 및 마이크로파 처리에 따른 조직변화를 조사하기 위하여 강력분 밀가루를 주성분으로 한 식빵의 조직 특성을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 대조구와 마이크로파 처리구와는 t 검정 결과 5% 수준에서 유의성이 없었다. 식빵의 adhesiveness은 나타나지 않았고, 무치리에 비해 경도와 gumminess가 마이크로파 가열한 것이 약간 높아졌다.

식빵을 제조시 재료에 설탕, 쇼트닝, 그리고 설탕과 쇼트닝을 넣고 만들 경우 경도의 차이는 Table 4와 같다. 대조구의 경도가 0.14kg인데 비하여 부재료 더 첨가하면 약간씩 높아졌고 설탕 첨가구가 0.25kg으로 가장 높게 나타났다. 동결 후 재가열시 쇼트닝과 설탕 병용구가 0.55kg, 설탕 단독 첨가구가 0.44kg으로 높게 나

**Table 2. Changes in hardness of heated strong wheat flour gels(45%WC) for 9 days storage at -18°C and 5°C (unit: kg)**

Storage temp.	Heating methods	Storage times(days)		
		3	6	9
-18°C	Steam	3.97±0.579 <sup>al1)</sup>	4.68±0.993 <sup>a</sup>	4.70±0.797 <sup>a</sup>
	Microwave	3.84±0.353 <sup>a</sup>	5.72±2.368 <sup>a</sup>	5.72±2.206 <sup>a</sup>
5°C	Steam	4.90±0.864 <sup>a</sup>	9.93±1.938 <sup>b</sup>	10.13±0.947 <sup>a</sup>
	Microwave	7.98±0.837 <sup>b</sup>	10.13±1.826 <sup>b</sup>	10.25±1.021 <sup>a</sup>

<sup>l1)</sup>Mean±SD of 7 replicates after 6 hrs storage(p<0.05). Control was 3.73±0.651kg.

**Table 3. Instrumental texture characteristics of loaf bread after microwave heating**

Heating methods	Hardness(kg)	Adhesiveness(kg · mm)	Cohesiveness(dimensionless)	Gumminess(kg)
Control	0.26±0.070 <sup>al1)</sup>	0.00	0.61±0.067	0.25±0.082
Microwave	0.30±0.078 <sup>b</sup>	0.00	0.61±0.072	0.34±0.110

<sup>l1)</sup>Mean±SD of 7 replicates after 6 min cooling(p<0.05).

Table 4. Effects of additives and microwave heating on hardness(kg) of loaf breads

Heating methods	Shortening & Sugar	Sugar	Shortening	Control
Control	0.20±0.072 <sup>ab1)</sup>	0.25±0.084 <sup>a</sup>	0.17±0.037 <sup>ab</sup>	0.14±0.035 <sup>b</sup>
Microwave	0.55±0.120 <sup>a</sup>	0.44±0.020 <sup>b</sup>	0.22±0.049 <sup>b</sup>	0.19±0.019 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Each data represents mean±SD of 7 replicates after 6 hrs storage, and same letters in a row are not significantly different ( $p<0.05$ ).

타났고 쇼트닝 단독 처리구는 0.22kg으로 무첨가구의 0.19kg과 별 차이가 없었다.

### 실은 방치 기간 중의 경도 변화

포장 방법과 가열 방법에 따른 밀가루겔의 경도 변화를 실온에서 425분(5.4시간) 방치하면서 시간별로 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 가열 직후 초기 45분까지 식는 동안에 대부분 상당히 경도가 증가하였고 계속해서 시간이 경과함에 따라 증가하였다. 시료의 위 부분을 개방한 상태는 초기 1.32kg에서 가열 방치 45분 후에 스팀의 경우 3.44kg으로 급격히 증가한 반면에 PE 랩 포장구는 1.70kg으로 증가량이 적었다. 방치 시간이 길어짐에 따라 경도가 증가하여 425분 후에는 무포장구가 5.56kg이었고, 포장구가 3.50kg으로 나타났다. 마이크로파 재가열구는 초기 1.14kg에서 방치 45분 후 무포장구가 2.33kg과 포장구가 2.40kg으로 거의 차이를 보이지 않았으나 시간이 경과함에 따라 차이가 많아져 425분 후에는 각각 6.54kg과 3.54kg으로 되어 가열 후 방치시에 PE 랩 등으로 포장하면 딱딱하게 되는 것을 방지하는 효과가 있음을 알 수 있었다.

식빵의 경우 마이크로파 가열 시간을 2분, 3분, 4분, 5분으로 하고 시간에 따른 경도 변화를 본 결과는 Fig.

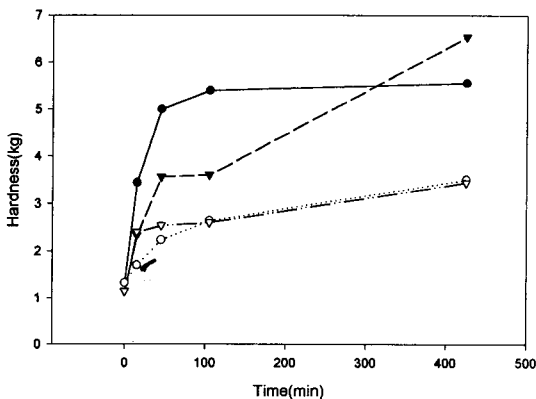


Fig. 1. Effects of heating and packaging methods on hardness of heated wheat flour gels for 425 minutes at 20°C.

—●— Steam, Open, ---○--- Steam, PE wrap, -▼- Microwave, Open, -▽- Microwave, PE wrap

2와 같다. 2분과 3분 가열시에는 초기 0.01kg과 0.05kg으로 호물호물한 상태이었으며 실온 방치 425분 후에도 0.29kg과 0.40kg으로 경도 증가가 현저하지 않았다. 그러나 4분 가열하면 0.13kg으로 보통 식빵과 비슷한 조직감이 나타났고 5분 가열시는 1.74kg으로 매우 딱딱하게 되었다. 방치 기간 중에는 4분 가열시에는 경도 증가가 커져 105분 후에 1.90kg으로 되었다가 서서히 계속 증가하여 425분 후에는 2.55kg으로 되었다. 5분 가열시에는 가열 직후 1.74kg으로 높았으며 105분 이내에 급격히 증가하여 이때의 경도는 5.51kg으로 초기치나 다른 처리구에 비해 엄청나게 증가한 것을 볼 수 있었다. 그래서 마이크로파로 빵 등을 가열할 때 좋은 조직감을 유지하기 위해서는 빵의 종류나 크기 등에 따라 가열시간을 매우 정확하게 맞추는 것이 필요할 것으로 보였다.

### 동결 및 열처리에 따른 무게의 변화

가열방법 및 포장방법별 20°C 저장 중 호화된 밀가루겔의 무게 변화는 Fig. 3과 같다. Higo(9)에 의하면 텍스트린, 용성전분, 호화소맥전분은 전자렌지와 140°C의 항온기에서 일정온도로 가열시 가열 직후의 결합수량은 마이크로파 가열이 결합수량이 적은 편이 많다고 하였다. 또한 열전도적 가열의 경우 함유율이 높은 쪽이

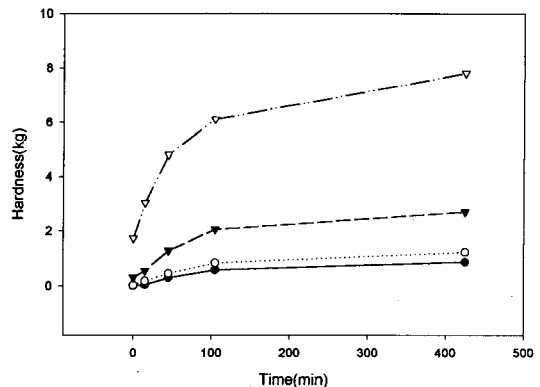


Fig. 2. Effects of microwave heating times on hardness of heated loaf breads for 425 minutes at 20°C.

—●— 2min, ---○--- 3min, -▼- 4min, -▽- 5min

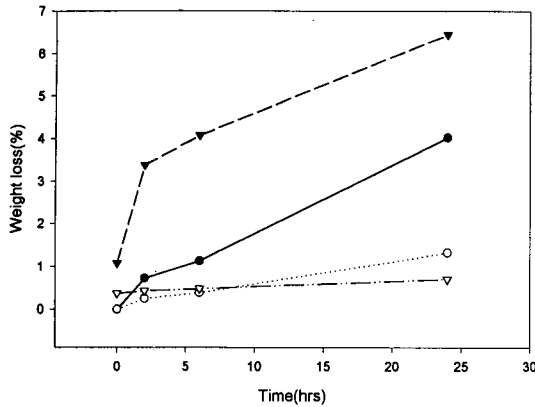


Fig. 3. Effects of heating and packaging methods on weight loss of heated wheat flour gels for 24 hours at 20°C. ● Steam, Open, ○ Steam, PE wrap, ▼ Microwave, Open, ▽ Microwave, PE wrap.

수분증발이 빠르고, 함수율이 낮으면 물의 확산속도가 저하하여 열전도가 떨어져 표면 경화에 의해 증발속도가 지연된다. 그러나, 마이크로파는 승온속도 증가와 팽화에 따른 기공의 증가와 함께 물의 증발 속도가 빨라진다고 하였다(7,9).

본 시험에서는 마이크로파 가열이나 스팀 가열에 의한 물의 증발이 피이랩 2겹 유니랩 포장에 의해 가열 후 무게 변화가 거의 발생되지 않아 상온저장 1일 동안에도 수분감소량이 1% 부근이었다. 이에 비해 무포장은 저장 1일 동안 총수분 손실율은 스팀 가열이 4.03%, 마이크로파 가열이 6.40%로 무포장에 비해 모두 약 3~6% 차이를 보였다. 이와 같이 무포장구와 포장구 사이의 무게감소를 차이는 3~6% 정도이었지만 표면 경화와 관련된 경도의 증가에 많은 영향을 미친 것으로 생각된다.

식빵은 보통 장기 보관을 하기 위해서는 동결을 하는데 해동시 마이크로파를 이용하면 시간이 단축된다. 그러나 수분손실이 많아지고 빨리 굳어지는 단점이 있다. 여기에서 마이크로파 가열을 2분에서 5분까지 1분 간격으로 증가시키면서 가열한 결과는 Fig. 4와 같다. 마이크로파 가열직후의 수분 손실량은 가열시간이 증가함에 따라 급격히 증가하는데 적절한 가열시간인 4분의 경우 9.19%이었고 5분인 경우 15.07%이었다. 이는 앞에서 4분 전후로 조직의 경도가 급격히 변하는 것 과도 일치하는 것으로 수분 증발과 경도와 관계가 있는 것으로 보인다.

또한 실온에서 24시간 방치한 결과도 초기 상태와 비슷하게 마이크로파 가열시간에 따라 수분 손실량이 증가하였는데, 특히 조직의 단단한 특성인 경도와 유사하

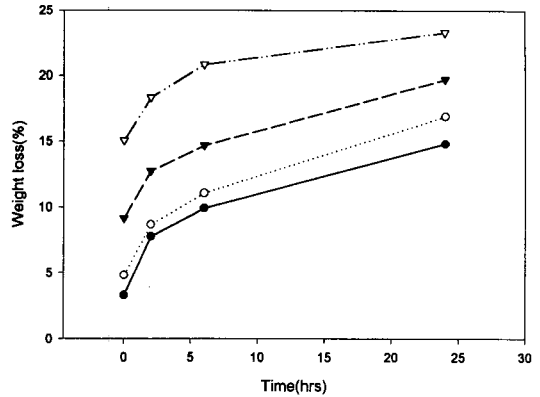


Fig. 4. Effects of microwave heating times on weight loss of heated loaf breads for 24 hours at 20°C. ● 2min, ○ 3min, ▼ 4min, ▽ 5min

게 초반 2시간 내에 증가량이 많았고 그 이후로는 서서히 증가함을 볼 수 있었다.

### 요 약

강력 밀가루겔을 저장온도, 포장유무, 수분 함량별 그리고 식빵을 재료 조건별로 냉동 후 마이크로파(2450 Mhz, 700W) 및 스팀 가열했을 때의 저장기간별 조직 특성 변화를 조사하였다. 가열 방법은 조직특성치에 거의 영향을 미치지 않았으나 -18°C 동결은 경화억제에 매우 효과적이었다. 수분함량이 45%에서 55%로 증가함에 따라 경도, adhesiveness, gumminess은 감소하였으나 cohesiveness는 감소경향이 뚜렷하지 않았다. 재가열 후 실온에 방치된 밀가루겔의 경도는 초기 수시간 내에 크게 증가하였고 PE 랩 포장은 무게손실을 3~6% 정도 막아주고 경화억제에 효과적이었다. 식빵에 설탕 단독이나 설탕과 쇼트닝 혼합 부재료를 첨가하면 경도가 약간씩 높아졌다. 식빵의 마이크로파 가열시 4분 부근에서 1분 차이에 의해 경도와 수분 손실량이 급격히 증가하였다.

### 문 헌

- Higo, A. : *Handbook of microwave foods*. Nippon Food Company, p.33(1987)
- Kum, J. S., Han, O. and Kim, Y. H. : Effect of microwave reheating on the quality of cooked rice. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 25, 504-512(1996)
- Kum, J. S., Lee, C. H., Lee, S. H. and Lee, H. Y. : Effect of microwave reheating on quality of aseptically-packaged cooked rice. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 28, 528-537(1996)

4. 横山理雄, 門屋卓 : *Handbook of microwave food and package*. Sci. Forum, p.234(1988)
5. Higo, A., Noguchi, S., Nakazawa, F. and Shimazaki, M. : Hardening of food texture induced by microwave irradiation(Part 8) effect of starch-gel formation on bread-hardening. *J. Home Economics Japan*, **34**, 83-88(1983)
6. Higo, A., Shimazaki, M., Noguchi, S. and Nakazawa, F. : Hardening of food texture induced by microwave radiation(Part 10) changes in bound water content of breads accompanied with hardening. *J. Home Economics Japan*, **34**, 474-479(1983)
7. Higo, A. : *Rheology of foods*. 中野善正, 松本幸雄編, Vol. 11, p.53(1985)
8. Higo, A., Shimazaki, M., Nakazawa, F. and Noguchi, S. : Changes in bound water contents of various carbohydrates by microwave Irradiation. *J. Home Economics Japan*, **35**, 178-183(1984)
9. Higo, A., Shimazaki, M. and Noguchi, S. : Comparative studies on the properties of liquid egg treated with microwave and conductive heating(Part 4) on the water content inducing swelling and gum-forming. *J. Home Economics Japan*, **36**, 596-601(1985)
10. Kim, J. and Lee, E. G. : *Baking technology*. Korea Division of American Wheat Soc.(1984)
11. Faridi, H. and Faubion, J. M. : *Fundamentals of dough rheology*. AACC Inc., Minnesota(1986)
12. Conford, S. J., Axford, D. W. E. and Elton, G. A. H. : The elastic modulus of bread crumb in linear compression in relation to staling. *Cereal Chem.*, **41**, 216(1964)
13. Peleg, M. and Bagley, E. B. : *Physical properties of foods*. AVI(1983)
14. AOAC : *Methods of analysis*. 13th ed., Association of official analytical chemists. Washington, D.C.(1980)
15. Nurusis, M. J. : *SPSS/PC+*. SPSS Inc., Chicago, USA (1986)
16. Cho, J. H. and Chang, K. Y. : *Experimental statistical analysis*. Hyang-Moon Co., p.97(1987)

(1999년 3월 22일 접수)