

## 마이크로파 재가열이 쌀밥의 품질에 미치는 영향

금준석·한 익\*·김용환\*\*†

한국식품개발연구원 쌀이용연구센터

\*호서대학교 식품영양학과

\*\*경기대학교 식품가공학과

### Effect of Microwave Reheating on the Quality of Cooked Rice

Jun-Seok Kum, Ouk-Han\* and Yong-Hwan Kim\*\*†

Rice Utilization Research Center, Korea Food Research Institute, Songnam 463-420, Korea

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

\*\*Dept. of Food Science and Technology, Kyonggi University, Suwon 442-760, Korea

#### Abstract

Changes in quality of cooked rice after microwave reheating were evaluated. Ceramic coated microwave oven reduced a reheating time(1 min). Storage temperature, storage time and microwave reheating did not affect the color value of cooked rice after microwave reheating. Hardness of cooked rice after microwave reheating decreased in frozen storage treatment. Photomicrographs of cross-section of cooked rice after microwave reheating showed restoration of starch. Effect of storage temperature and time were not significant in appearance, aroma, taste and texture of cooked rice after microwave reheating for sensory evaluation test.

**Key words:** microwave reheating, cooked rice, microstructure

#### 서 론

마이크로파 기술은 1934년에 비행기 탐색을 위한 레이더에 처음 적용되었으며, 2차 세계대전이 끝난 직후인 1946년에는 식품을 조리하기 위한 새로운 장치에 응용되기 시작하였으며 최초의 기기는 미국의 제네랄 일렉트릭 회사가 제작한 마이크로파 오븐으로 당시에는 주로 소시지나 햄버거, 샌드위치 등을 데우는 목적에 이용되었다(1).

그 동안 세계적으로도 식품용으로 수많은 전자레인지가 개발, 보급되어 왔으나 마이크로파를 이용한 식품 가공의 측면에서는 아직도 연구하고, 개척해야 할 영역이 많이 남아 있기 때문에 식품의 마이크로파 가열 분야는 초기단계라 할 수 있다. 따라서 가공에 응용될 수 있는 건조, 데치기, 살균, 멸균, 가열 조리 및 해동 공정 등의 6개 단위조작과정(2) 영역에서 마이크로파의 기여는 미래의 식품가공 분야에서 지대하리라고 판단된다.

이러한 마이크로파 가열은 일정 자기장내에서 식품의 화학적 성분의 상호 작용으로 유발되는데, 이러한 상호 작용은 주로 자유수 분자의 쌍극성 변화로 친화력이 약해진 수소 결합이 파괴됨으로써 분자 마찰이 유도되고 즉각적인 열 발생이 일어나는 것을 말한다(3). 이는 식품의 기본적인 유전 성질(dielectric properties)에서 기인되며 어느 정도까지는 물리적 구조나 고주파 또는 온도의 영향을 받는다. 식품의 유전 상수는 대개 자유수와 염 함량에 의하여 결정되는데(4), 자기장에 의한 에너지 결합과 분포에 영향을 주는 다른 전기적 성질과도 밀접한 관련이 있다. 마이크로파 가열과 관련한 다른 전기적 성질이란 식품 표면에서 투과되거나 반사되는 정도를 결정하는 식품 고유의 저항과 식품내의 에너지 흡수 수준을 결정하는 전류 감소 효과를 말한다. 이러한 성질들은 주파수, 온도 및 화학적 조성의 기능으로서 식품의 유전성을 예측하는데 기초가 되고 있으며(5), 전자레인지 식품의 설계와 분석에도 크게 활용되고 있다(6). 최근 전자레인지에 대한

†To whom all correspondence should be addressed

일반인들의 인식이 높아지면서 사용이 간편하고 경제적이란 점 때문에 계속적인 이용 증대가 기대되고 있고, 현재 가정에서 사용하고 있는 전자레인지의 보급률은 미국과 일본은 각각 85% 이상에 이르고 있으며 국내 보급률도 35%에 이르며 음식의 재가열에 가장 많이 사용되고 있으나(7), 기존의 쌀밥에 대한 전자레인지의 재가열에 대한 연구는 미미한 실정이다.

이에 본 연구에서는 쌀밥의 마이크로파 재가열시 저장온도와 시간에 따른 변화와, 전자레인지 내부의 ceramic coating 여부에 따른 가열시간의 단축효과와 품질 특성에 미치는 영향을 쌀밥의 이화학적 성질의 변화를 통하여 조사하였다.

### 재료 및 방법

#### 재료

본 실험에 사용한 쌀은 시중에서 구입한 추청벼('94년, 경기이천산)를 40°C의 저장고에서 저장하면서 공시하였다.

#### 취반방법

재료 쌀을 흐르는 물에 일정하게(손으로 30번) 수세한 후 직접 가열 방식의 전기보온밥솥(Model RJ 188 UTW, 금성사)에 담아 가열 조건을 균일하기 위해 digital power meter(Yokogawa, M-2533)를 이용하여 전력량을 900W로 동일하게 조절한 후 원료쌀 무게의 1.4배에 해당하는 취반수를 가하여 취반하였다. 취반 후 그대로 보온한 처리구와 바로 10분간 냉각시켜 비닐백으로 포장하여 실온(15°C), 냉장(-5°C) 및 냉동(-20°C) 상태로 유지시킨 처리구들을 각각 6, 8, 10시간 동안 저장한 후 두개의 전자레인지(캐비티 내부를 세라믹 처리하지 않은 전자레인지 : 이하 A라고 함, 세라믹 처리한 전자레인지 : 이하 B라고 함)에서 자동 가열 처리하였다. 이 때 각 처리구의 가열 조리 시간을 측정하였다.

#### 색도 측정

쌀밥의 표면색도는 Chroma Meter(CR-200, Minolta, Japan)를 이용하여 L\*, a\*, b\*값으로 나타내었고, 이 때 calibration plate의 L\*, a\*, b\*값은 각각 97.5, -0.49 및 1.96이었다.

#### 경도 측정

조건별 저장 후 전자레인지에 의한 가열 시험이 끝

난 쌀밥 시료는 Rheometer(CR-200D, Sun Scientific Co., Ltd., Japan)를 이용하여 3알의 쌀밥 시료를 알루미늄판에 일정 간격으로 평행이 되게 배치한 후 압착 시험(compression test)을 5회 이상 반복하면서 밥알의 경도를 측정하였다. 이때의 측정 조건은 Table speed : 60mm/min, Chart speed : 60no/sec, Load cell : 10kg, Critical area : 25mm<sup>2</sup>, Probe type : cylindrical type, Diameter : 20mm로 하였다.

#### 미세구조 관찰

각 시료는 pH 6.8인 2% glutaraldehyde와 0.05M sodium cacodylate용액에 넣어 얼음 속에서 30분간 전처리를 한 다음 2시간 마다 용액을 3회 교환한 후 24시간 동안 4°C에서 방치하였다. 그 후 시료를 2% OsO<sub>4</sub> 용액에서 30분 동안 조직을 고정화시킨 후 30%, 50%, 70%, 95%, 100% 알코올용액 순으로 탈수시켰다. 탈수시킨 시료는 액체 질소로 냉동시킨 다음 절단하여 동결 건조기(freeze dryer)로 건조하였다. 건조된 시료는 gold-polladium으로 코팅(coating)하여 주사전자현미경(Scanning electron micrograph)에서 면밀하게 미세구조를 관찰한 후 해당 부위를 촬영하였다.

#### 관능검사

관능검사 요원의 경험과 검사로 인한 피로감을 고려하여 관능검사 요원이 7개의 시료 중에서 무작위 표에 의한 4개의 시료만을 검사토록 하였다(8). 용기에 약 50g의 시료를 담아 뚜껑을 덮어 관능검사 요원에게 제시하였으며 또한 저장 시간을 무작위로 배열하였고, 각 저장 기간별로도 관능검사 요원의 시료 제시 순서를 무작위로 하였다.

각 저장 기간(6, 8, 10시간)이 끝난 후 데우기 처리된 시료는 일정 온도로 관능검사 요원에게 제공하기 위하여 실온 상태로 방냉시켰다. 검사에는 매번 28명이 참석했으며 이들은 한국식품개발연구원에 근무하는 연구원들로서 이미 식미평가에 많은 경험이 있는 훈련된 패널요원들이었다. 검사 항목은 각 시료에 대한 외관, 향, 맛, 조직감의 기호도였으며, 9항목 척도(9)를 이용하여 기호도(1 : 대단히 싫어한다, 5 : 싫지도 좋지도 않다, 9 : 대단히 좋아한다)로 측정하였다.

#### 통계분석

각 시료의 통계분석은 Statistical Analysis System (SAS)를 이용하여 일원분산분석을 하였으며, 분산분석 후 시료군의 효과가 유의한 경우 Studentized Newman

Keul(SNK)의 다중 비교를 실시하여 시료군의 평균값을 비교하였다(10).

**결과 및 고찰**

**쌀밥의 재가열 시간 결정**

밥을 실온, 냉장 및 냉동의 조건에서 각각 6시간, 8시간, 10시간 동안 저장한 후 A와 B의 전자레인지에서 자동 데우기 하는데 걸린 시간은 Table 1과 같았다. 냉동 상태에서 6시간 동안 저장한 밥을 데웠을 때 전자레인지 A에서는 6분 12초, 전자레인지 B에서는 4분 25초가 소요되었다. 또한 밥을 각각 실온과 냉장 저장한 경우 전자레인지 A는 3분 41초와 3분 54초, 전자레인지 B는 2분 32초와 2분 46초가 각각 소요되었다. 따라서 전자레인지 B가 냉동되었던 밥을 데우는데 걸리는 시간이 전자레인지 A 보다 1분 47초가 감소되었으며 실온과 냉장 저장에서는 각각 1분 9초와 1분 8초가 감소되었다. 또한 밥을 위와 같은 저장 조건에서 8시간과 10시간 저장한 후 데우기 실험한 결과들은 6시간 저장 실험한 결과들과 동일한 경향을 보여주었다.

**쌀밥의 색깔 및 경도 변화**

Table 2와 3 및 4는 저장 방법과 저장 시간에 따른 밥의 색도 변화와 밥알의 경도를 측정된 결과들이다. Table 2는 6시간 저장한 밥의 결과이며 저장 방법에 따른 시료들 간의 명암도인 L값, 적색도인 a값 또한 황색도인 b값 모두 큰 변화가 없었으나, 밥알의 경도는 냉동 저장한 시료의 경우 감소한 것으로 나타났다. 한편 Table 3과 4에서 볼 수 있는 바와 같이 저장 시간이 증가함에 따라 명암도와 적색도에는 큰 변화가 없었으며 황색도는 감소하는 것으로 나타났고, 밥알의 경도는 전자레인지 간에는 변화를 보이지 않았으나 저장 조건에 따라서는 차이를 보였다. 즉, 밥을 냉동 저장했을

**Table 1. Effect of nonceramic or ceramic coated microwave oven and storage condition on reheating time of cooked rice in microwave auto heating (min)**

Storage time(hr)	Reheating time(min)					
	A			B		
	-20	-5	-15	-20	-5	15
6	6.12	3.54	3.41	4.25	2.46	2.32
8	6.03	4.15	3.42	3.36	2.42	2.24
10	6.07	4.07	3.44	4.00	2.40	2.22

A: Nonceramic coated microwave oven  
B: Ceramic coated microwave oven

**Table 2. Effect of coating and storage condition(6hr) on color value and hardness of cooked rice in microwave auto heating**

Storage temperature(°C)	L*	a*	b*	Hardness(g)
T	68.12	-2.12	2.30	2066
15	68.05	-2.24	2.12	2015
-5	69.55	-2.26	2.13	1635
-20	69.10	-2.23	2.23	1290
15	69.10	-2.14	2.39	2235
-5	69.10	-2.19	19.8	1290
-20	69.30	-2.16	2.30	1206

T: Temperature of electric rice cooker  
A: Nonceramic coated microwave oven  
B: Ceramic coated microwave oven

**Table 3. Effect of nonceramic or ceramic microwave oven and storage condition(8hr) on color value and hardness of cooked rice in microwave auto heating**

Storage temperature(°C)	L*	a*	b*	Hardness(g)
T	68.53	-2.01	1.91	1587
15	69.31	-2.11	1.29	1883
-5	67.39	-2.09	1.37	2120
-20	66.07	-2.08	1.52	1674
15	68.45	-2.03	1.58	1735
-5	59.80	-2.02	1.37	1862
-20	67.89	-2.18	1.34	1323

T: Temperature of electric rice cooker  
A: Nonceramic coated microwave oven  
B: Ceramic coated microwave oven

**Table 4. Effect of nonceramic or ceramic coated microwave oven and storage condition(10hr) on color value and hardness of cooked rice in microwave auto heating**

Storage temperature(°C)	L*	a*	b*	Hardness(g)
T	68.87	-2.12	1.82	2668
15	69.75	-2.09	1.73	2695
-5	68.32	-2.06	1.68	2130
-20	69.00	-2.26	1.96	1750
15	69.64	-2.30	2.03	1753
-5	68.39	-2.16	1.66	1637
-20	69.38	-2.26	1.47	1792

T: Temperature of electric rice cooker  
A: Nonceramic coated microwave oven  
B: Ceramic coated microwave oven

때가 실온이나 냉장 저장할 때 보다 경도가 약간 낮은 것으로 나타났는데 이는 냉동에 의하여 밥알의 조직이 영향을 받는 것으로 판단된다. 단단하고 찰기가 낮은

쌀밥의 경우 세포벽의 붕괴 정도가 감소하는 것으로 보고되었으며(11), 일반적으로 저장 온도가 65°C에서 밥을 저장할 경우 호화된 전분의 노화는 부분적으로 감소하지만 밥에 포함된 아미노산과 당이 반응하여 갈변 물질이 생성되어 변색을 일으키게 된다(12). 따라서 저장 시간이 증가함에 따라 갈변 현상 및 경도가 변화하게 된다.

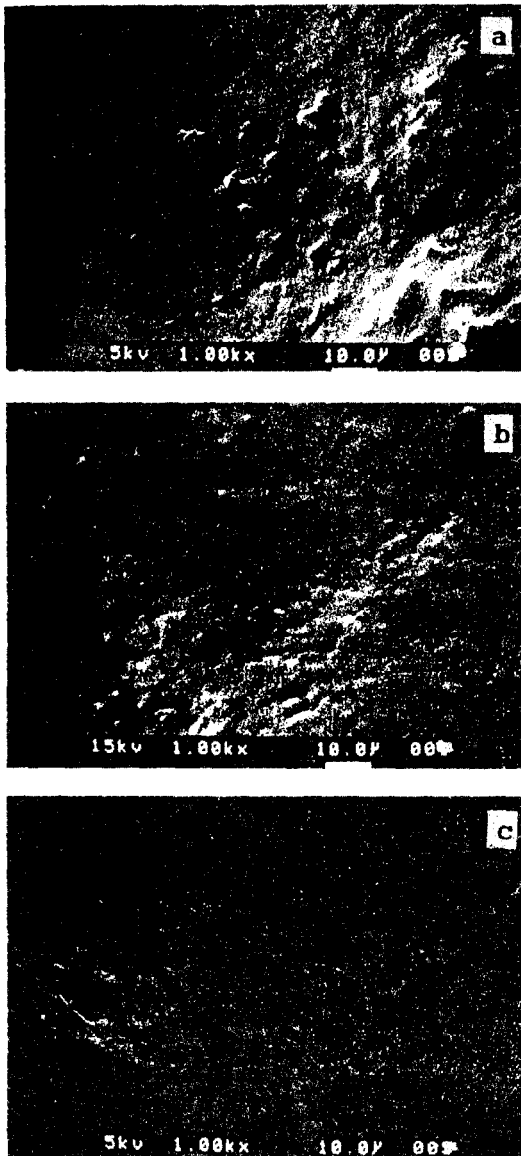


Fig. 1. Scanning electron micrographs(SEM) of cross-section for cooked rice during storage in electric rice cooker. a) 6hr b) 8hr c) 10hr

미세구조 관찰

쌀은 cellulose, hemicellulose, 펙틴 등으로 구성되어 있는 세포벽이 온도가 증가함에 따라 붕괴되어 전분이 호화되기 시작하여(13) 95°C에서 약 10분간 가열하면 전분 입자는 완전히 호화되며 완전히 호화된 상태에서 세포벽의 경계선은 파괴되지 않고 남아 있는 부분들이 관찰되고 있다(14). 본 실험에서는 마이크로파 가열 후 각 시료 공히 전분이 재호화(restoration)된 것을 보여주었다. Fig. 1의 보온에서 저장한 처리구(대조구)에 비하여, 마이크로파 가열 후 전반적으로 Fig. 2와 3 및 4와 같이 단면에 수축 현상을 나타내었으며, 전자레인지 B가 전자레인지 A에 비하여 수축 현상이 증가하였다. 저장 온도별 처리구는 냉동, 냉장, 실온순으로 수축 현상이 감소하는 경향을 보였다. 저장 시간별 역시 시간이 증가함에 따라 수축 현상은 증가하였다. Fig. 2의 실온에서 6시간 저장 후의 마이크로파 가열은 전자레인지 B에서 수축 현상이 심하였으나 Fig. 3의 8시간 저장 후의 시료는 큰 차이를 보이지 않았다. Fig. 4의 10시간 저장 처리구의 시료는 6, 8시간 저장 처리구와 비교하여 전자레인지 A와 B 공히 현저한 차이를 나타냈으며 전자레인지 B에서 역시 심한 수축 현상을 나타내었다. 냉장 저장 후의 마이크로파 가열에서 6, 8시간 저장 후의 가열 처리는 전자레인지 A와 B간에 현격한 차이는 보이지 않았으며 보온구(대조구)와 유사한 모습을 보여주었다. 그러나 냉장에서 10시간 저장 후의 마이크로파 가열 처리에서 전자레인지 B의 경우가 전체 처리구 중 가장 심한 수축 현상을 나타내었다. 냉동 저장 후의 데우기 결과는 전반적으로 냉장 저장 후의 가열 보다는 수축 현상이 미약하나 증가하였으나 전반적인 현상은 냉장 저장과 유사한 결과를 보여주었다. 또한 10시간 냉동 저장 후의 데우기 가열 처리구는 10시간 냉장 저장 처리구에 비하여 수축 현상이 감소하였다.

관능 검사

Table 5와 6 및 7은 각각 6, 8, 10시간 저장하여 마이크로파 가열 후 관능 검사한 결과들이다. 6시간 저장한 시료들간에는 유의적인 차이가 없었다(Table 5). 즉 밥을 6시간 저장하는 동안에 밥에 대한 기호도는 보온, 실온, 냉장, 냉동의 저장 조건에 영향을 받지 않았으며 전자레인지간의 차이 역시 영향을 주지 못하였다. Table 6은 8시간 저장한 밥의 기호도를 검사한 결과이다. 8시간 저장한 밥에서는 시료들간 외관의 기호도에 있어서 차이가 인정되었으며, 향, 맛, 조직감에서는 유의적인

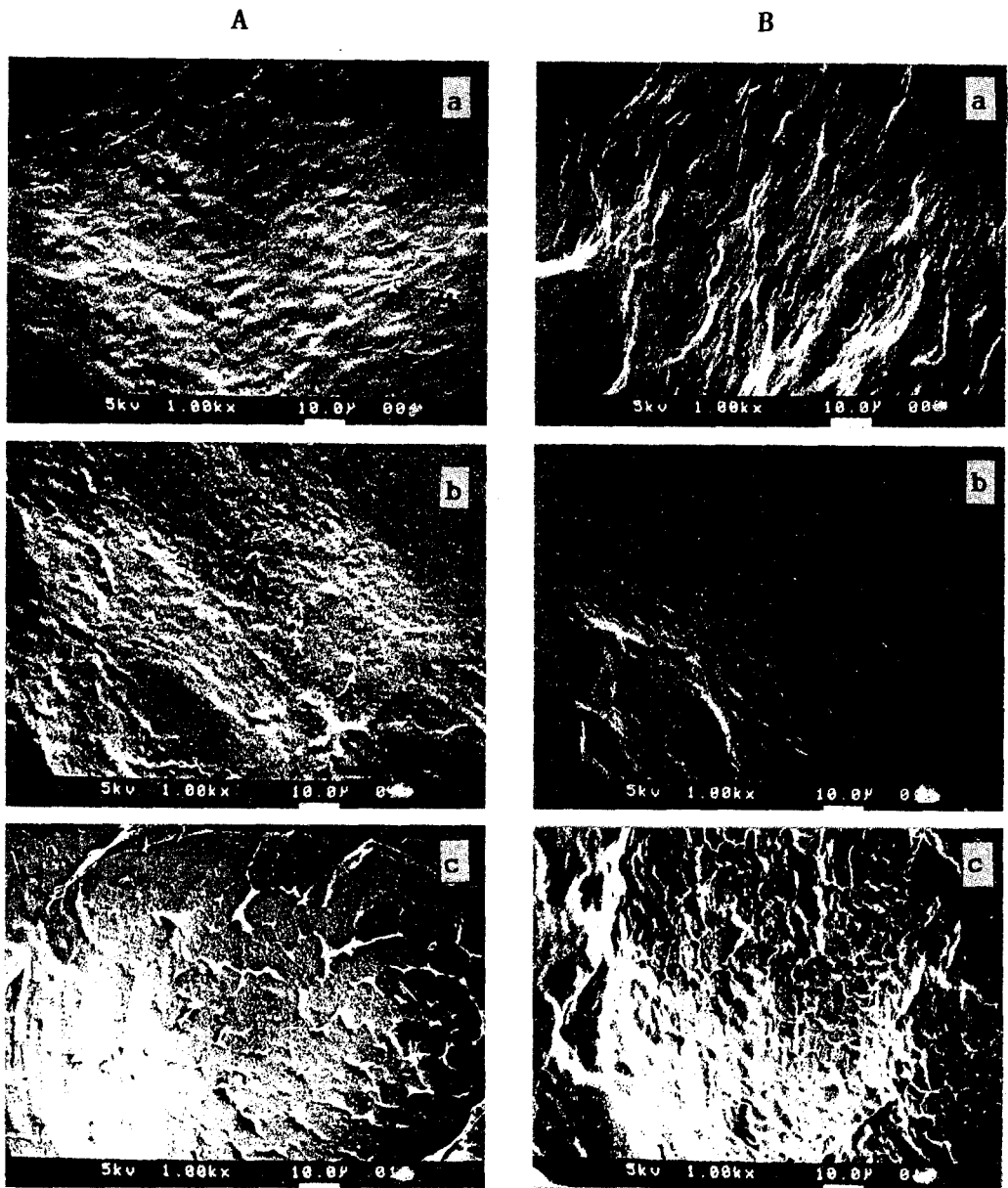


Fig. 2. Scanning electron micrographs(SEM) of cross-section for cooked rice during storage at 15°C and microwave heating.

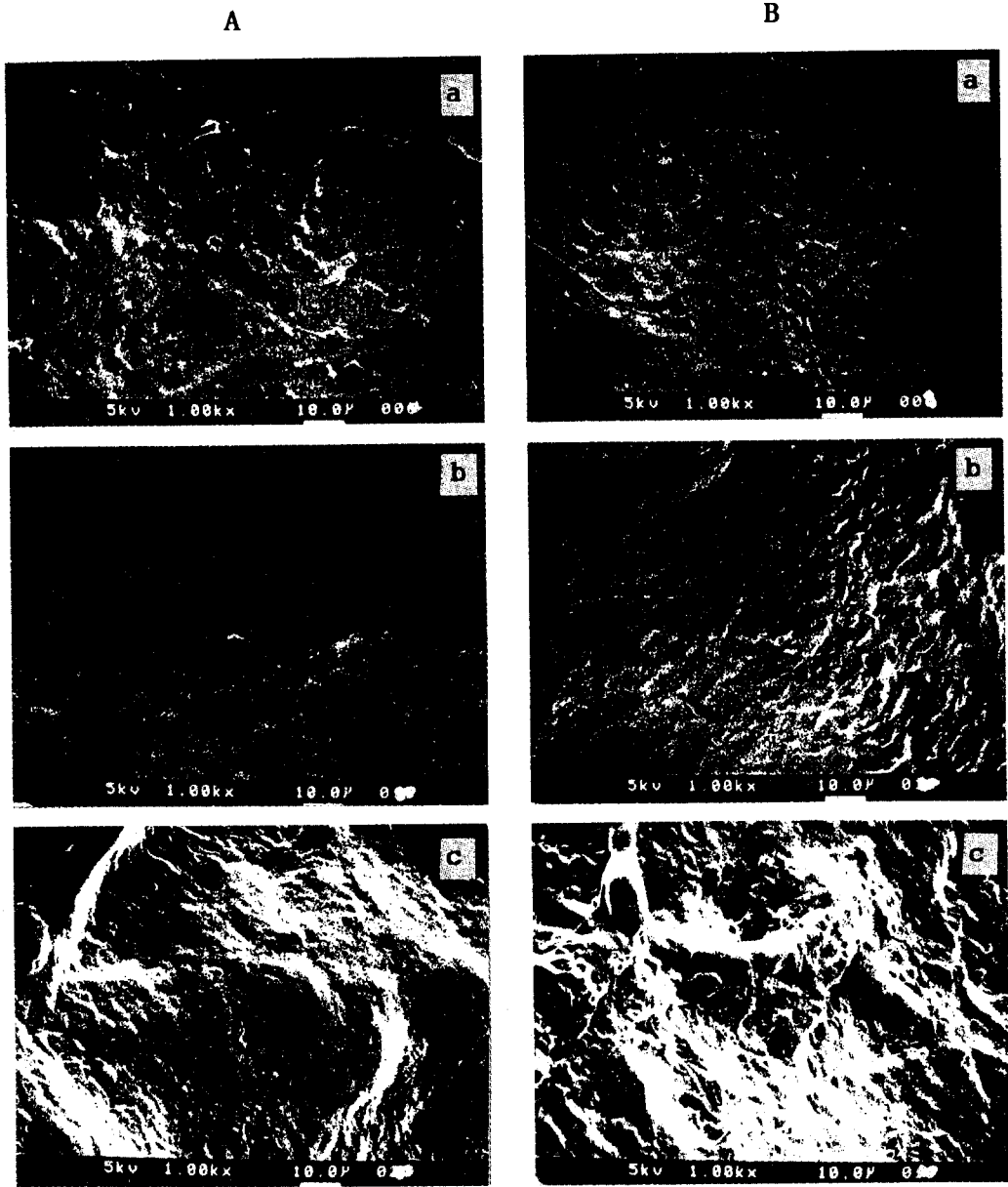
A: Cooked rice reheated with nonceramic coated microwave oven

B: Cooked rice reheated with ceramic coated microwave oven

a) 6hr b) 8hr c) 10hr

차이가 없었다. 전자레인지 A와 B간의 차이도 밥의 외관에 대한 기호도에 영향을 주지 못했다. 그러나 외관의 기호도에서 가장 낮은 점수를 보인 보온 저장한

밥은 전자레인지 B를 사용하여 데우기한 실온, 냉장, 냉동된 밥 보다 낮은 기호도 점수로 나타난 반면, 전자레인지 A를 사용하여 데운 실온, 냉장, 냉동된 밥과는



**Fig. 3. Scanning electron micrographs(SEM) of cross-section for cooked rice during storage at  $-5^{\circ}\text{C}$  and microwave heating.**

- A: Cooked rice reheated with nonceramic coated microwave oven
- B: Cooked rice reheated with ceramic coated microwave oven
- a) 6hr b) 8hr c) 10hr

같은 수준의 기호도를 나타내었다. 즉, 통계적으로는 전자레인지 A와 B 사이에 유의적인 차이는 없었지만, 전반적으로 동일 저장 조건하에서 전자레인지 B로 데

우기한 시료들이 전자레인지 A를 사용하여 데운 밥들 보다 외관, 맛, 조직감에서 높은 기호도를 보여주었다.

Table 7은 10시간 저장한 밥의 관능검사 결과이다.

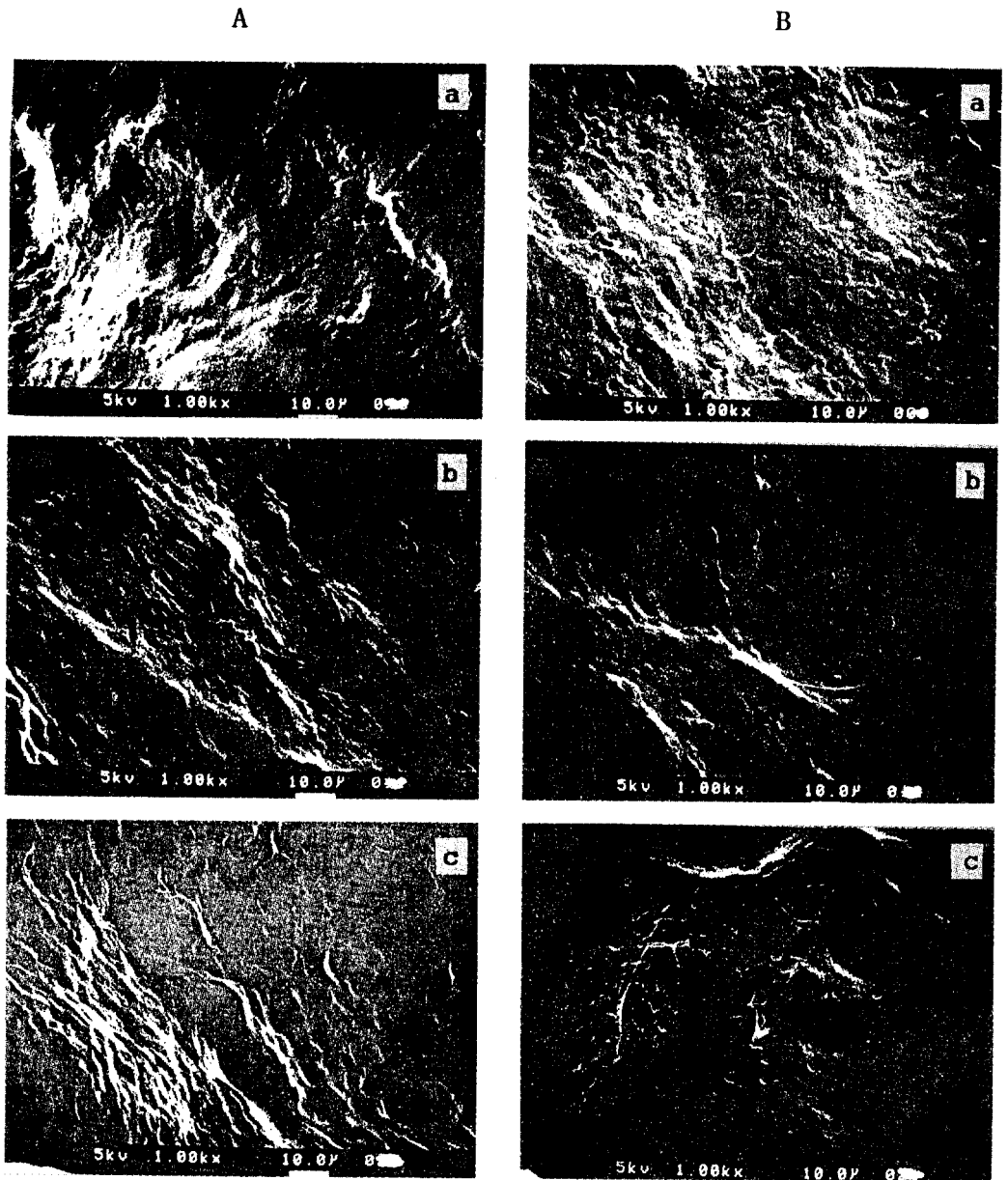


Fig. 4. Scanning electron micrographs(SEM) of cross-section for cooked rice during storage at  $-20^{\circ}\text{C}$  and microwave heating.

A: Cooked rice reheated with nonceramic coated microwave oven

B: Cooked rice reheated with ceramic coated microwave oven

a) 6hr b) 8hr c) 10hr

10시간 저장한 밥에서는 시료들간 향의 기호도에 있어서 그 차이가 인정되었으나, 외관, 맛 조직감에서는 유의적인 차이가 없었다. 보온 저장한 밥의 향이 가장

낮은 기호도를 보여 주었으며, 그 외의 시료들간에 유의적인 차이는 없었다. 또한 전자레인지간에 밥의 외관, 향, 맛, 조직감의 기호도에 큰 차이는 없었으나 전

**Table 5. Effect of nonceramic or ceramic coated microwave oven and storage condition(6hr) on sensory evaluation scores of cooked rice in microwave auto heating**

Storage temperature(°C)	Appearance	Aroma	Taste	Texture	
T	5.3	5.3	A	5.4	5.4
15	6.3	6.3		6.1	5.3
-5	5.8	6.3		5.7	5.3
-20	5.5	5.7		5.6	4.8
15	6.1	6.1	B	5.6	5.8
-5	6.0	5.9		5.7	5.9
-20	6.1	5.8		5.9	6.1

T: Temperature of electric rice cooker  
 A: Nonceramic coated microwave oven  
 B: Ceramic coated microwave oven

**Table 6. Effect of nonceramic or ceramic coated microwave oven and storage condition(8hr) on sensory evaluation scores of cooked rice in microwave auto heating**

Storage temperature(°C)	Appearance*	Aroma	Taste	Texture	
T	4.7 <sup>b</sup>	4.7	A	5.9	4.8
15	5.5 <sup>ab</sup>	5.8		5.1	5.0
-5	5.3 <sup>ab</sup>	6.1		5.7	5.7
-20	5.4 <sup>ab</sup>	6.1		5.7	5.3
15	6.3 <sup>a</sup>	6.1	B	6.3	5.8
-5	6.6 <sup>a</sup>	6.1		5.9	6.2
-20	6.4 <sup>a</sup>	5.8		6.3	6.2

T: Temperature of electric rice cooker  
 A: Nonceramic coated microwave oven  
 B: Ceramic coated microwave oven  
 \*Significantly different at p=0.01  
<sup>ab</sup>Values with the same alphabet within a low are not significantly different at 0.05% level

**Table 7. Effect of nonceramic or ceramic coated microwave oven and storage condition(10hr) on sensory evaluation scores of cooked rice in microwave auto heating**

Storage temperature(°C)	Appearance	Aroma**	Taste	Texture	
T	4.9	4.1 <sup>b</sup>	A	5.1	4.8
15	5.2	5.7 <sup>a</sup>		5.2	4.7
-5	5.8	6.6 <sup>a</sup>		5.6	4.5
-20	5.9	5.7 <sup>a</sup>		5.9	4.9
15	6.0	6.2 <sup>a</sup>	B	5.3	5.3
-5	6.5	6.3 <sup>a</sup>		5.9	6.3
-20	5.7	6.2 <sup>a</sup>		6.4	5.9

T: Temperature of electric rice cooker  
 A: Nonceramic coated microwave oven  
 B: Ceramic coated microwave oven  
 \*\*Significantly different at p=0.01  
<sup>ab</sup>Values with the same alphabet within a low are not significantly different at 0.05% level

자레인지 B를 사용하여 데우기 처리한 실온, 냉장, 냉동된 밥이 전자레인지 A를 사용하여 데우기한 실온, 냉장, 냉동된 밥 보다 향, 맛, 조직감의 기호도가 대체로 높은 경향이였다.

따라서 10시간까지 밥을 저장할 경우, 보온 밥통 보다는 실온, 냉장, 냉동 조건이 바람직함을 보여주었으며, 일반적으로 냉장에서 밥을 저장할 경우 전분의 노화가 급속히 진행되어 밥알의 조직감이 저하되고 냉동할 경우는 호화된 전분의 수분이 결정화되어 노화에 이용되기 어렵기 때문에 쌀밥의 경우 냉동 보존이 품질 변화를 최소화 할 수 있다고 보고하였다(15). 그러나 본 실험에서 마이크로파 가열 후 관능검사에서 냉장 및 냉동 저장간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

요 약

본 연구에서는 마이크로파에 의한 쌀밥의 데우기 실험을 통하여 식품류의 이화학적 특성 변화를 검토하였다. 전자레인지에 의한 쌀밥의 재가열 조리 시간은 세라믹 처리를 한 전자레인지가(B) 처리하지 않은 전자레인지 보다(A) 가열 시간이 1분 이상 감소하였으며, 색도에는 온도 저장 조건이나 전자레인지간에 거의 차이가 나타나지 않았다. 쌀밥의 경도는 전자레인지간의 차이가 없었으나, 냉동 저장 처리구가 다른 저장 처리구 보다 경도의 감소를 나타내었다. 주사전자현미경에 의한 미세구조 관찰에서는 저장 처리 후 마이크로파 가열에 의한 재호화(restoration) 현상이 두드러지게 나타났으며 전반적으로 전자레인지 B가 전자레인지 A 보다 밥알 단면의 수축 현상을 증가시켰다. 쌀밥의 외관, 향, 맛, 조직감에 대한 관능검사 결과 통계적인 유의성은 나타나지 않았다.

문 헌

1. Thuery, J. : *Microwaves. In "Microwaves : Industrial, scientific and medical applications"* Grant, E. H.(ed.), Artech House Inc., Norward, MA., p.10(1992)
2. Mudgett, R. E. : *Directions in microwave food processing. Proc. Symp. Electrotechnol. Ind. 1, MITRO Corp., McLean, Virginia, p.86(1982)*
3. Mudgett, R. E. : *Dielectric properties of foods. In "Microwave in the food processing industry"* Decareau, R. V.(ed.), Academic Press, Orlando, p.15(1985)
4. Hasted, J. B., Ritson, D. M. and Collie, C. H. : *Dielectric properties of ionic solutions. Parts 1 and 2. J. Chem. Phys., 16, 1(1948)*
5. Mudgett, R. E., Goldblith, S. A., Wang, D. I. C. and Westphal, W. B. : *Prediction of dielectric properties*



- in solid food of high moisture content at ultrahigh and microwave frequencies. *J. Food Process. Preserv.*, **1**, 119(1977)
6. Bengtsson, N. E. and Risman, P. O. : Dielectric properties of foods at 3GHz as determined by a cavity perturbation technique. II. Measurements on food materials. *J. Microwave Power*, **6**, 107(1971)
  7. 김명애 : 전자렌지 오븐의 이용과 식생활의 변화. 한국조리과학회지, **9**, 1(1993)
  8. Cochran, W. G. and Cox, G. M. : Experimental designs. 2nd ed., John Wiley & Sons, Inc., New York, p.143 (1979)
  9. 김광옥, 김상숙, 성내경, 이영춘 : 관능검사 방법의 이용. 신광출판사, 서울, p.46(1993)
  10. SAS : SAS User's guide ; Statistics : Ver. 6.03 Ed. SAS Institute Inc., Cary(1988)
  11. Juliano, B. O. : The chemical basis of rice grain quality. In "*Chemical aspects of rice grain quality*" Int, Rice Res. Inst., Los Banes, Laguna, p.69(1979)
  12. 신명곤, 민봉기, 이영주, 홍성희 : 쌀밥의 식미 향상을 위한 취반 기술개발 연구. 한국식품개발연구원 연구보고서, G1045-0364(1993)
  13. Juliano, B. O. : Properties of rice caryopsis. In "*Rice production and utilization*" Luh, B. S.(ed.), AVI Publishing Co., Westport, CT(1980)
  14. Lee, Y. S. : Physicochemical factors affecting cooking and eating quality of nonwaxy rice. *Ph. D. Dissertation*, Iowa State University, Ames, USA(1987)
  15. Slade, L. and Levine, H. : Recent advance in starch retrogradation. In "*Recent development in industrial polysaccarides*" Stivara, S. S., Crescenzi, V. and Dea, I. C. M.(ed.), Gordon and Breach Sci., New York, p.96 (1987)

(1996년 2월 27일 접수)