

연구노트

## 취반 후 단시간 경과에 의한 쌀밥의 조직감 변화 연구

신선화<sup>1</sup> · 최원석<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>한국교통대학교 식품공학전공

### Study on texture change of cooked rice within a short time after cooking

Sun-Hwa Shin<sup>1</sup> and Won-Seok Choi<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Science & Technology, Korea National University of Transportation

**Abstract** The aim of this study was to investigate the texture change of cooked rice within a short time after cooking. Using four instant rice brands, the texture change within 30 min after cooking was measured by the texture profile analysis (TPA) method for hardness, adhesiveness, cohesiveness, chewiness, and springiness with different compression ratios (30, 70%) and cross-head speeds (0.5, 1.0 mm/s). In the case of cohesiveness, adhesiveness, and chewiness, there were significant differences in the rice textures at 20 to 30 min after cooking compared to that in the sample immediately after cooking. In particular, adhesiveness showed significant differences at 10 min after cooking. However, there were little significant differences within 30 min for springiness. In conclusion, when measuring cooked rice texture, it is desirable to measure it, if possible, within 10 to 20 min after cooking.

**Keywords:** cooked rice, texture change, within 30 min after cooking, TPA

## 서 론

쌀은 밀, 옥수수과 더불어 세계 3대 곡물 중 하나로, 우리나라에서는 쌀 재배면적이 2010년 이후 2019년까지 지속적으로 감소(-18.16%)하고 있으나, 쌀 생산량은 상대적으로 덜 감소하였으며(-13.02%), 최근 들어 즉석쌀밥을 포함한 다양한 도시락 및 식사용 조리 가공식품으로 개발되어 2011년 이후 2018년까지 소비가 급증(86.88%)하고 있다(Statistics Korea, 2018; Statistics Korea, 2019).

쌀밥에 대해 소비자들은 기능성과 더불어 관능적 측면에 큰 관심을 가지고 있으며, 관능적 기호도의 경우 조직감과 향미 특성에 대해 가장 많은 관심이 있는 것으로 조사되었다(Min, 1993). 쌀밥 조직감에 대한 선호도는 ‘말랑말랑’한 ‘졸깃졸깃’한. 그리고 ‘부드러운’ 특성의 쌀밥을 선호한다고 보고되어 있다(Kim 등, 2005; Lee와 Park, 1982).

여러 논문에서 쌀밥의 조직감 특성에 관한 연구를 진행하여, 수분함량, 취반기구 등이 큰 영향을 미치는 것으로 조사되었으나(Han 등, 2008; Kim 등, 1996), 이들 조직감을 측정하기 위한 측정조건 표준화는 아직 확립되어 있지 않았으며, 또한 쌀밥의 조직감 측정 시 흔히 사용되어 온 texture profile analysis (TPA) 방법은 측정조건에 따라 다른 측정값이 나타난다고 조사되었다(Choi

와 Seo, 2016).

한편, 시간 경과에 따른 쌀밥의 조직감 변화에 대해 많은 연구보고가 있었으나, 이들 연구의 대부분이 취반 후 24시간 이상의 시간 경과에 초점이 맞춰져 있었으며(Kim과 Kim, 1996; Kweon 등, 1999), 실제로 쌀밥의 조직감 측정 시에는 준비시간 등의 이유로 취반 후 일정 시간 경과 후 측정하는 경우가 대부분이다. 따라서 취반 후 1시간 이내의 짧은 시간 동안 쌀밥의 조직감 변화 여부는 관능검사 및 기계적 조직감 측정에서 매우 중요한 요소인 반면에 이에 관한 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 4개 상표의 시판 즉석 쌀밥을 이용하여, 취반 후 1시간 이내(0, 5, 10, 20, 30분)에서의 조직감 변화를 탐침이동 속도 및 변형률을 달리하면서 TPA 분석방법으로 측정하였으며, 쌀밥의 주요 조직감 성분인 강도, 점착성, 씹힘성(Lee와 Park, 1982; Okabe, 1979) 및 기타 응집성, 탄성 항목에 관해 비교 분석하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

경기도 용인에 위치한 대형마트에서 시판되고 있는 4개 상표의 즉석 흰쌀밥 제품(cooked rice a; CRA, cooked rice b; CRB, cooked rice c; CRC, cooked rice d; CRD)을 실험재료로 사용하였으며, 포장용기에 표시된 조리방법에 따라 전자레인지(MW235, 700W, LG Electronics Inc., Changwon, Korea)로 2분-2분 30초(CRA; 2분, CRB; 2분 30초, CRC; 2분, CRD; 2분 30초) 가열 후 상온(-24°C)에서 실험하였다.

### 텍스처 프로파일 분석(TPA)

쌀밥 조직감분석을 위해 Texture analyzer (TA-XT Plus, Stable

\*Corresponding author: Won-Seok Choi, Dept. of Food Science & Technology, Korea National University of Transportation, Jeungpyeong, Chungbuk 27909, Korea  
Tel: +82-43-820-5249  
Fax: +82-43-820-5240  
E-mail: choiws@ut.ac.kr  
Received March 12, 2020; revised April 14, 2020;  
accepted April 15, 2020

**Table 1. Variation in the texture parameters of four cooked rice samples as a function of compression ratio and cross-head speed in the texture profile analysis**

Test conditions <sup>1)</sup>	Hardness (N) of cooked rice samples			
	CRA <sup>2)</sup>	CRB	CRC	CRD
30% 0.5 mm/s				
0 min	2.26±0.36 <sup>3)4)</sup>	2.24±0.60 <sup>a</sup>	2.04±0.38 <sup>a</sup>	1.76±0.37 <sup>a</sup>
5 min	2.26±0.47 <sup>a</sup>	1.98±0.34 <sup>a</sup>	2.04±0.32 <sup>a</sup>	1.69±0.36 <sup>a</sup>
10 min	2.20±0.39 <sup>a</sup>	2.12±0.33 <sup>a</sup>	1.73±0.35 <sup>ab</sup>	1.76±0.35 <sup>a</sup>
20 min	2.02±0.31 <sup>a</sup>	1.86±0.35 <sup>a</sup>	1.62±0.24 <sup>b</sup>	1.74±0.32 <sup>a</sup>
30 min	2.25±0.34 <sup>a</sup>	1.86±0.30 <sup>a</sup>	1.14±0.36 <sup>c</sup>	1.68±0.43 <sup>a</sup>
70% 0.5 mm/s				
0 min	19.18±3.04 <sup>a</sup>	19.83±2.63 <sup>ab</sup>	13.62±2.35 <sup>a</sup>	15.73±2.90 <sup>a</sup>
5 min	18.83±2.97 <sup>a</sup>	20.69±2.87 <sup>a</sup>	15.19±2.01 <sup>a</sup>	15.65±2.59 <sup>a</sup>
10 min	18.96±2.92 <sup>a</sup>	18.59±2.47 <sup>ab</sup>	14.57±2.23 <sup>a</sup>	15.47±2.70 <sup>a</sup>
20 min	19.70±3.78 <sup>a</sup>	18.48±3.00 <sup>ab</sup>	14.21±2.30 <sup>a</sup>	15.99±2.92 <sup>a</sup>
30 min	20.58±3.09 <sup>a</sup>	17.11±2.60 <sup>b</sup>	15.03±2.40 <sup>a</sup>	17.03±2.76 <sup>a</sup>
30% 1.0 mm/s				
0 min	2.20±0.63 <sup>bc</sup>	3.02±0.58 <sup>a</sup>	2.05±0.37 <sup>a</sup>	1.72±0.28 <sup>a</sup>
5 min	2.80±0.44 <sup>a</sup>	1.95±0.27 <sup>c</sup>	1.91±0.25 <sup>a</sup>	1.77±0.36 <sup>a</sup>
10 min	2.14±0.36 <sup>c</sup>	2.56±0.36 <sup>ab</sup>	2.07±0.44 <sup>a</sup>	1.82±0.39 <sup>a</sup>
20 min	2.67±0.44 <sup>ab</sup>	2.26±0.04 <sup>bc</sup>	1.98±0.35 <sup>a</sup>	1.77±0.46 <sup>a</sup>
30 min	2.12±0.62 <sup>c</sup>	2.27±0.43 <sup>bc</sup>	1.88±0.43 <sup>a</sup>	1.73±0.28 <sup>a</sup>
70% 1.0 mm/s				
0 min	23.09±3.52 <sup>ab</sup>	23.32±4.05 <sup>b</sup>	15.60±2.47 <sup>ab</sup>	17.40±3.15 <sup>a</sup>
5 min	23.60±3.53 <sup>a</sup>	24.17±3.36 <sup>b</sup>	13.87±2.43 <sup>b</sup>	16.51±3.63 <sup>a</sup>
10 min	21.86±3.19 <sup>ac</sup>	20.06±3.11 <sup>b</sup>	15.02±2.33 <sup>ab</sup>	18.82±4.55 <sup>a</sup>
20 min	20.36±3.13 <sup>bc</sup>	23.02±3.49 <sup>ab</sup>	17.31±3.86 <sup>a</sup>	17.95±3.52 <sup>a</sup>
30 min	19.66±3.11 <sup>c</sup>	25.00±3.21 <sup>a</sup>	16.48±2.71 <sup>ab</sup>	16.59±2.85 <sup>a</sup>
Test conditions	Adhesiveness (Nsec) of cooked rice samples			
	CRA	CRB	CRC	CRD
30% 0.5 mm/s				
0 min	-0.14±0.05 <sup>b</sup>	-0.25±0.09 <sup>a</sup>	-0.23±0.06 <sup>b</sup>	-0.15±0.08 <sup>a</sup>
5 min	-0.25±0.09 <sup>a</sup>	-0.23±0.08 <sup>a</sup>	-0.24±0.09 <sup>b</sup>	-0.15±0.07 <sup>a</sup>
10 min	-0.14±0.04 <sup>b</sup>	-0.26±0.08 <sup>a</sup>	-0.37±0.10 <sup>a</sup>	-0.16±0.05 <sup>a</sup>
20 min	-0.15±0.05 <sup>b</sup>	-0.23±0.09 <sup>a</sup>	-0.24±0.07 <sup>b</sup>	-0.19±0.06 <sup>a</sup>
30 min	-0.22±0.09 <sup>a</sup>	-0.26±0.08 <sup>a</sup>	-0.24±0.07 <sup>b</sup>	-0.20±0.07 <sup>a</sup>
70% 0.5 mm/s				
0 min	-1.76±0.43 <sup>a</sup>	-2.29±0.36 <sup>a</sup>	-1.67±0.43 <sup>ab</sup>	-1.51±0.30 <sup>a</sup>
5 min	-1.66±0.35 <sup>a</sup>	-2.02±0.37 <sup>ab</sup>	-1.65±0.28 <sup>b</sup>	-1.54±0.50 <sup>a</sup>
10 min	-1.52±0.30 <sup>a</sup>	-1.55±0.25 <sup>c</sup>	-2.06±0.31 <sup>a</sup>	-1.03±0.35 <sup>b</sup>
20 min	-1.69±0.52 <sup>a</sup>	-1.98±0.63 <sup>ac</sup>	-1.64±0.26 <sup>b</sup>	-1.27±0.45 <sup>ab</sup>
30 min	-1.61±0.33 <sup>a</sup>	-1.80±0.47 <sup>bc</sup>	-1.74±0.38 <sup>ab</sup>	-1.60±0.53 <sup>a</sup>
30% 1.0 mm/s				
0 min	-0.12±0.05 <sup>c</sup>	-0.18±0.07 <sup>ab</sup>	-0.15±0.06 <sup>ab</sup>	-0.09±0.04 <sup>b</sup>
5 min	-0.17±0.08 <sup>abc</sup>	-0.11±0.04 <sup>b</sup>	-0.13±0.08 <sup>b</sup>	-0.08±0.04 <sup>b</sup>
10 min	-0.12±0.04 <sup>c</sup>	-0.21±0.07 <sup>a</sup>	-0.13±0.05 <sup>b</sup>	-0.11±0.06 <sup>ab</sup>
20 min	-0.22±0.05 <sup>a</sup>	-0.20±0.08 <sup>a</sup>	-0.15±0.05 <sup>ab</sup>	-0.13±0.08 <sup>ab</sup>
30 min	-0.17±0.06 <sup>b</sup>	-0.17±0.06 <sup>ab</sup>	-0.22±0.11 <sup>a</sup>	-0.15±0.09 <sup>a</sup>
70% 1.0 mm/s				
0 min	-1.24±0.48 <sup>ab</sup>	-1.31±0.36 <sup>b</sup>	-1.03±0.29 <sup>b</sup>	-0.74±0.30 <sup>a</sup>
5 min	-1.42±0.44 <sup>a</sup>	-1.25±0.23 <sup>b</sup>	-1.00±0.23 <sup>b</sup>	-0.65±0.29 <sup>a</sup>
10 min	-0.99±0.30 <sup>b</sup>	-1.29±0.25 <sup>b</sup>	-1.40±0.19 <sup>a</sup>	-0.74±0.33 <sup>a</sup>
20 min	-0.75±0.27 <sup>c</sup>	-1.57±0.38 <sup>ab</sup>	-1.22±0.27 <sup>ab</sup>	-0.75±0.22 <sup>a</sup>
30 min	-1.05±0.25 <sup>b</sup>	-1.78±0.28 <sup>a</sup>	-1.00±0.36 <sup>b</sup>	-0.72±0.29 <sup>a</sup>

Table 1. Continued

Test conditions	Chewiness (N) of cooked rice samples			
	CRA	CRB	CRC	CRD
30% 0.5 mm/s				
0 min	1.44±0.22 <sup>a</sup>	1.64±0.24 <sup>a</sup>	1.31±0.25 <sup>a</sup>	1.37±0.27 <sup>a</sup>
5 min	1.50±0.29 <sup>a</sup>	1.35±0.21 <sup>b</sup>	1.19±0.18 <sup>ab</sup>	1.27±0.22 <sup>a</sup>
10 min	1.70±0.31 <sup>a</sup>	1.43±0.31 <sup>ab</sup>	1.20±0.31 <sup>ab</sup>	1.36±0.26 <sup>a</sup>
20 min	1.58±0.29 <sup>a</sup>	1.57±0.43 <sup>ab</sup>	1.40±0.22 <sup>a</sup>	1.35±0.21 <sup>a</sup>
30 min	1.68±0.27 <sup>a</sup>	1.50±0.33 <sup>ab</sup>	0.90±0.26 <sup>b</sup>	1.26±0.35 <sup>a</sup>
70% 0.5 mm/s				
0 min	4.49±0.73 <sup>c</sup>	5.28±0.80 <sup>bc</sup>	3.24±0.75 <sup>b</sup>	4.80±1.15 <sup>a</sup>
5 min	4.80±0.76 <sup>c</sup>	6.15±0.88 <sup>ab</sup>	3.88±0.60 <sup>ab</sup>	4.70±0.71 <sup>a</sup>
10 min	5.37±0.87 <sup>bc</sup>	4.80±0.70 <sup>c</sup>	3.64±0.80 <sup>ab</sup>	5.12±1.53 <sup>a</sup>
20 min	6.04±1.20 <sup>ab</sup>	5.60±1.24 <sup>abc</sup>	4.16±0.73 <sup>a</sup>	5.03±1.42 <sup>a</sup>
30 min	6.58±0.97 <sup>a</sup>	6.69±1.34 <sup>a</sup>	4.22±0.85 <sup>a</sup>	5.47±1.22 <sup>a</sup>
30% 1.0 mm/s				
0 min	1.73±0.45 <sup>ab</sup>	2.08±0.41 <sup>a</sup>	1.22±0.45 <sup>a</sup>	1.37±0.22 <sup>a</sup>
5 min	1.86±0.30 <sup>ab</sup>	1.40±0.22 <sup>b</sup>	1.29±0.20 <sup>a</sup>	1.35±0.25 <sup>a</sup>
10 min	1.61±0.25 <sup>b</sup>	1.86±0.27 <sup>a</sup>	1.37±0.36 <sup>a</sup>	1.43±0.26 <sup>a</sup>
20 min	1.95±0.34 <sup>a</sup>	1.74±0.27 <sup>ab</sup>	1.39±0.25 <sup>a</sup>	1.49±0.37 <sup>a</sup>
30 min	1.80±0.26 <sup>ab</sup>	1.80±0.39 <sup>a</sup>	1.20±0.29 <sup>a</sup>	1.45±0.27 <sup>a</sup>
70% 1.0 mm/s				
0 min	6.95±1.07 <sup>ab</sup>	7.69±2.40 <sup>b</sup>	4.38±0.90 <sup>ab</sup>	6.38±1.47 <sup>b</sup>
5 min	7.47±1.16 <sup>a</sup>	7.77±1.92 <sup>b</sup>	4.16±0.91 <sup>b</sup>	5.23±1.12 <sup>b</sup>
10 min	6.70±1.10 <sup>b</sup>	7.47±1.26 <sup>b</sup>	4.17±0.81 <sup>b</sup>	6.59±1.58 <sup>ab</sup>
20 min	7.14±1.95 <sup>ab</sup>	7.80±1.78 <sup>b</sup>	5.31±0.92 <sup>a</sup>	6.65±1.57 <sup>a</sup>
30 min	6.11±1.53 <sup>b</sup>	9.87±1.47 <sup>a</sup>	5.33±1.42 <sup>a</sup>	6.23±1.02 <sup>b</sup>
Test conditions	Cohesiveness of cooked rice samples			
	CRA	CRB	CRC	CRD
30% 0.5 mm/s				
0 min	0.74±0.05 <sup>a</sup>	0.74±0.04 <sup>b</sup>	0.67±0.04 <sup>b</sup>	0.79±0.03 <sup>b</sup>
5 min	0.75±0.06 <sup>a</sup>	0.75±0.05 <sup>b</sup>	0.69±0.04 <sup>b</sup>	0.78±0.04 <sup>b</sup>
10 min	0.75±0.06 <sup>a</sup>	0.76±0.04 <sup>ab</sup>	0.71±0.04 <sup>ab</sup>	0.81±0.03 <sup>ab</sup>
20 min	0.75±0.04 <sup>a</sup>	0.79±0.04 <sup>a</sup>	0.70±0.06 <sup>ab</sup>	0.82±0.03 <sup>a</sup>
30 min	0.76±0.05 <sup>a</sup>	0.77±0.04 <sup>ab</sup>	0.73±0.06 <sup>a</sup>	0.83±0.04 <sup>a</sup>
70% 0.5 mm/s				
0 min	0.38±0.04 <sup>c</sup>	0.39±0.02 <sup>b</sup>	0.36±0.02 <sup>a</sup>	0.42±0.04 <sup>a</sup>
5 min	0.38±0.03 <sup>bc</sup>	0.39±0.03 <sup>b</sup>	0.36±0.03 <sup>a</sup>	0.43±0.03 <sup>a</sup>
10 min	0.40±0.03 <sup>abc</sup>	0.40±0.03 <sup>b</sup>	0.37±0.03 <sup>ab</sup>	0.43±0.04 <sup>a</sup>
20 min	0.41±0.03 <sup>ba</sup>	0.42±0.03 <sup>a</sup>	0.39±0.02 <sup>bc</sup>	0.45±0.03 <sup>a</sup>
30 min	0.42±0.04 <sup>a</sup>	0.42±0.03 <sup>a</sup>	0.41±0.04 <sup>c</sup>	0.46±0.03 <sup>a</sup>
30% 1.0 mm/s				
0 min	0.74±0.08 <sup>a</sup>	0.75±0.04 <sup>b</sup>	0.70±0.05 <sup>b</sup>	0.78±0.04 <sup>a</sup>
5 min	0.75±0.05 <sup>a</sup>	0.77±0.04 <sup>ab</sup>	0.69±0.05 <sup>b</sup>	0.78±0.05 <sup>a</sup>
10 min	0.78±0.05 <sup>a</sup>	0.78±0.05 <sup>ab</sup>	0.71±0.06 <sup>b</sup>	0.81±0.04 <sup>a</sup>
20 min	0.78±0.04 <sup>a</sup>	0.80±0.04 <sup>a</sup>	0.72±0.05 <sup>ab</sup>	0.81±0.04 <sup>a</sup>
30 min	0.77±0.06 <sup>a</sup>	0.79±0.05 <sup>a</sup>	0.76±0.05 <sup>a</sup>	0.82±0.06 <sup>a</sup>
70% 1.0 mm/s				
0 min	0.42±0.03 <sup>a</sup>	0.42±0.04 <sup>b</sup>	0.39±0.03 <sup>b</sup>	0.46±0.03 <sup>b</sup>
5 min	0.42±0.04 <sup>a</sup>	0.43±0.03 <sup>b</sup>	0.39±0.03 <sup>b</sup>	0.46±0.03 <sup>b</sup>
10 min	0.43±0.02 <sup>a</sup>	0.43±0.04 <sup>ab</sup>	0.39±0.03 <sup>b</sup>	0.47±0.04 <sup>ab</sup>
20 min	0.44±0.03 <sup>a</sup>	0.45±0.03 <sup>ab</sup>	0.41±0.03 <sup>ab</sup>	0.49±0.04 <sup>a</sup>
30 min	0.44±0.04 <sup>a</sup>	0.46±0.03 <sup>a</sup>	0.42±0.03 <sup>a</sup>	0.50±0.05 <sup>a</sup>

**Table 1. Continued**

Test conditions	Springiness of cooked rice samples			
	CRA	CRB	CRC	CRD
30% 0.5 mm/s				
0 min	0.88±0.05 <sup>a</sup>	0.87±0.07 <sup>a</sup>	0.84±0.06 <sup>a</sup>	0.93±0.03 <sup>a</sup>
5 min	0.89±0.05 <sup>a</sup>	0.89±0.06 <sup>a</sup>	0.88±0.07 <sup>a</sup>	0.91±0.04 <sup>a</sup>
10 min	0.89±0.08 <sup>a</sup>	0.90±0.05 <sup>a</sup>	0.89±0.03 <sup>a</sup>	0.93±0.04 <sup>a</sup>
20 min	0.88±0.09 <sup>a</sup>	0.90±0.04 <sup>a</sup>	0.87±0.08 <sup>a</sup>	0.93±0.04 <sup>a</sup>
30 min	0.88±0.07 <sup>a</sup>	0.90±0.06 <sup>a</sup>	0.89±0.08 <sup>a</sup>	0.92±0.05 <sup>a</sup>
70% 0.5 mm/s				
0 min	0.66±0.08 <sup>a</sup>	0.69±0.07 <sup>a</sup>	0.67±0.08 <sup>ab</sup>	0.72±0.08 <sup>a</sup>
5 min	0.65±0.08 <sup>a</sup>	0.70±0.09 <sup>a</sup>	0.68±0.09 <sup>ab</sup>	0.73±0.09 <sup>a</sup>
10 min	0.68±0.09 <sup>a</sup>	0.66±0.08 <sup>a</sup>	0.65±0.07 <sup>b</sup>	0.69±0.09 <sup>a</sup>
20 min	0.68±0.09 <sup>a</sup>	0.68±0.08 <sup>a</sup>	0.67±0.08 <sup>b</sup>	0.71±0.08 <sup>a</sup>
30 min	0.68±0.09 <sup>a</sup>	0.70±0.06 <sup>a</sup>	0.75±0.08 <sup>a</sup>	0.77±0.08 <sup>a</sup>
30% 1.0 mm/s				
0 min	0.89±0.09 <sup>a</sup>	0.92±0.04 <sup>a</sup>	0.89±0.07 <sup>a</sup>	0.92±0.04 <sup>a</sup>
5 min	0.90±0.07 <sup>a</sup>	0.92±0.07 <sup>a</sup>	0.89±0.07 <sup>a</sup>	0.94±0.05 <sup>a</sup>
10 min	0.92±0.06 <sup>a</sup>	0.95±0.03 <sup>a</sup>	0.92±0.04 <sup>a</sup>	0.95±0.04 <sup>a</sup>
20 min	0.94±0.06 <sup>a</sup>	0.93±0.05 <sup>a</sup>	0.93±0.03 <sup>a</sup>	0.96±0.05 <sup>a</sup>
30 min	0.90±0.07 <sup>a</sup>	0.93±0.05 <sup>a</sup>	0.90±0.06 <sup>a</sup>	0.94±0.05 <sup>a</sup>
70% 1.0 mm/s				
0 min	0.75±0.07 <sup>a</sup>	0.73±0.09 <sup>ab</sup>	0.66±0.09 <sup>b</sup>	0.79±0.08 <sup>a</sup>
5 min	0.72±0.09 <sup>a</sup>	0.74±0.09 <sup>ab</sup>	0.76±0.08 <sup>a</sup>	0.75±0.07 <sup>a</sup>
10 min	0.74±0.07 <sup>a</sup>	0.76±0.06 <sup>ab</sup>	0.75±0.10 <sup>ab</sup>	0.77±0.08 <sup>a</sup>
20 min	0.70±0.09 <sup>a</sup>	0.71±0.12 <sup>b</sup>	0.70±0.11 <sup>ab</sup>	0.79±0.09 <sup>a</sup>
30 min	0.73±0.08 <sup>a</sup>	0.80±0.09 <sup>a</sup>	0.74±0.09 <sup>ab</sup>	0.78±0.09 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Compression rate (%), cross-head speed (mm/s)

<sup>2)</sup>CRA; cooked rice a, CRB; cooked rice b, CRC; cooked rice c, CRD; cooked rice d

<sup>3)</sup>means±SD (n>25)

<sup>4)</sup>Different superscripts in the same column indicate significant difference at  $p<0.05$ .

Micro System Ltd., Godalming, Surrey, U.K.)를 사용하여 보편적으로 사용되고 있는 Okabe 3립 방법(Okabe, 1979)으로 TPA를 실시하였다. 지름 20 mm의 투명합성수지(lucite) 재질의 실린더 탐침(cylinder probe)을 사용하였으며, 그리고 여러 쌀밥 조직감 측정 관련 선행 논문들을 참조하여 가장 많이 사용된 압착률 30, 70%와, 탐침이동속도 0.5, 1.0 mm/s의 측정조건으로, 조리 직후(0분)와 조리 후 5, 10, 20 및 30분 경과 후 실험을 수행하였다(Choi와 Choi, 2015; Choi, 2017). 조리직후의 즉석쌀밥의 온도는 약 87°C였으며, 30분 경과 후 온도는 약 48°C였다. 시간 경과에 따른 즉석 쌀밥의 건조 현상을 최대한 방지하기 위해 취반 후 포장필름 뚜껑을 가급적 밀폐된 상태로 유지하면서, LDPE & LLDPE 재질의 식품 포장용 지퍼백(Ziploc, SC Johnson Korea, Seoul, Korea)에 넣고 실험하였다. TPA 실험 시 도출되는 여러 조직감 항목(parameter) 중 본 실험에서는 경도(hardness), 점착성(adhesiveness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness) 및 탄성(springiness) 항목만을 사용하였다. 이때 시판 동일상표 즉석쌀밥의 대표성을 부여하기 위해, 동일상표제품을 유통기한이 다르게 4번 이상 구입하여, 각 상표마다 실험 총합이 최소 25회 이상이 되도록 반복 실험하였다.

**통계 분석**

본 실험의 측정결과에 대한 통계 분석은 SPSS 통계프로그램(version 23.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하였으며, 측

정조건에 변화에 따른 4개 상표 시료들의 조직감 항목 측정값들 사이에서의 유의적 차이 분석은 일원배치 분산분석(one way analysis of variance)을 95% 신뢰수준에서 수행하였다. 시료들 사이에 유의적 차이를 확인하기 위해 등분산검정을 실시한 후, Scheffé 또는 Dunnett T3 다중비교검정방법을 이용해 사후 분석을 진행하였다.

**결과 및 고찰**

쌀밥의 조직감 측정에 흔히 사용되는 TPA는 기계적 측정값과 인간의 관능적 측정값 사이의 상관성(유사성)을 근거한 분석방법이나(Choi와 Choi, 2015), 아직 이를 이용한 표준화된 측정조건이 확립되지 않았으며, TPA 방법은 동일한 시료임에도 측정조건이 달라짐에 따라 유의적으로 다른 측정값을 나타내는 것으로 보고되었다(Choi와 Seo, 2016; Choi, 2017). 따라서 본 논문에서는 특정 측정조건이 아닌 여러 조건에서 TPA를 실시하였다.

4개 상표의 즉석 쌀밥을 이용하여, 취반 후 30분 동안(0, 5, 10, 20, 30분)의 조직감 변화를 탐침이동 속도 및 변형률을 달리하면서 경도, 점착성, 응집성, 씹힘성 및 탄성 항목에 대해 측정된 결과는 Table 1과 같다.

경도의 경우, 대부분 30분 경과 동안 유의적 차이가 발생하지 않았으나, 취반 직후(0분) 시료와 비교하여 유의적 차이가 발생하는 경우도 일부 나타났다(Table 1). 본 실험범위 내에서, 쌀밥

경도에서의 유의적 변화는 취반 후 20분 경과 때부터 발생하였으나, 특히 예외적으로 30%-1.0 mm/s의 측정조건에서 CRA와 CRB 시료의 경우 유의적 변화가 취반 5분 경과 시에 잠시 발생하였으나, 10분 경과 시에는 0분 시료와 유의적 차이가 나타나지 않았다(Table 1). Kim 등(2004)에 의하면, Okabe 3립 방법이 아닌 다른 방법으로 물성을 측정하여 본 연구결과와 직접 비교하기에는 다소 무리가 있을 수도 있으나, 30°C에서 72시간 동안 저장한 쌀밥의 경도를 측정된 결과, 아세트산 또는 글루코노델타락톤(GDL)을 첨가한 쌀밥의 경우 대부분 경도가 유의적으로 증가하였으며, 무처리 쌀밥의 경우 부패로 인해 경도를 측정하지 못한 것으로 나타났다(Kim 등, 2004). Okabe(1979) 또한 밥을 저장할 경우 노화로 인하여 일반적으로 경도는 증가한다고 보고하였다. 한편, 본 실험 결과에서는 일부 조건과 일부 시료에서 30분 경과 시 경도가 감소하는 현상이 발생하였다. 이는 취반 직후 실험하는 동안 즉석쌀밥을 실온의 밀폐된 상태로 보관하였는데, 이로 인해 쌀밥이 머금고 있던 수분이 증발함과 동시에 증발된 수분 중 일부가 포장필름 표면에서 응축되어 다시 밥알에 영향을 주었기 때문으로 사료된다.

점착성의 경우 경도와는 달리 취반 후 10분 경과 때부터 취반 직후 시료와 유의적 차이를 나타내는 경우가 다소 발견되었다(Table 1). CRA시료의 경우 30%-0.5 mm/s 조건에서 5분 경과 시에 잠시 유의적 차이가 발생하였으며, CRB시료는 70%-0.5 mm/s의 측정조건에서 10분 경과 시에 유의적 차이가 발생하였다. CRC 시료는 30%-0.5 mm/s와 70%-1.0 mm/s의 조건에서 10분 경과 시에 취반 직후 시료와 유의적 차이가 발생하였다. 즉 점착성의 경우 다수의 시료에서 10분 경과 시부터 취반 직후 시료와 비교하여 유의적 차이가 발생하였으며, 특정 시료의 경우 특정측정조건에서 5분 경과 시 바로 유의적 차이가 발생한 것을 확인할 수 있었다.

씽힘성의 경우 시간 경과에 의한 유의차 발생 건수는 경도와 비슷하게 나타났다. 반면에 특정 시료(CRD)를 제외하고 대부분의 시료와 모든 측정조건에서 취반 직후 시료와 비교하여 유의차가 발생하였다. 일부 측정조건(30% & 70%-1.0 mm/s)에서는 취반 직후 시료와 유의차가 거의 발생하지 않았으며, 특정 조건(70%-0.5 mm/s)에서는 20분 경과 후부터 다수의 시료에서 유의적 차이가 발생하였다(Table 1). 이는 쌀밥의 씽힘성은 경도와 마찬가지로 일반적으로 취반 후 20분까지는 크게 변화하지 않음을 의미한다고 하겠다.

응집성의 경우 예외 없이 모든 측정조건에서 1개 이상의 시료에서 취반 후 20분 경과 때부터 유의적 차이가 발생하였으며, 70%-0.5 mm/s의 조건에서 취반 직후 시료와 가장 많은 유의차가 발생하였다. 조사된 조직감 항목 중 가장 많은 유의차가 발생하였다는 것이 특이점이라 하겠다(Table 1).

끝으로 탄성은 유일하게 특정 시료(CRC)의 특정 조건(70%-1.0 mm/s)을 제외하고는 모든 시료와 모든 조건에서 30분 경과 시까지 취반 직후 시료와 비교하여 유의적 차이가 발생하지 않았다(Table 1). 이러한 결과는 측정값의 변동(deviation)이 커서 유의차가 발생하지 않은 것이 아니라, 거의 모든 시료에서 취반 후 30분 경과 때까지도 탄성변화가 발생하지 않아 나타난 현상이다. 즉 쌀밥의 탄성은 특히 예외적 경우를 제외하고는 취반 후 30분 경과 때까지 유의적 변화가 없는 것으로 나타났다.

실험 결과를 종합해 보면 쌀밥의 조직감은 응집성, 점착성 및 씽힘성의 경우 취반 후 20-30분 경과 시 취반 직후 시료와 비교하여 유의적 차이가 발생할 수 있으며, 특히 점착성은 취반 후 10분 경과 시에 유의적 차이가 나타날 수 있고, 반면에 탄성은

30분 경과 시에도 유의적 차이가 거의 발생하지 않는다고 할 수 있겠다. 결론적으로 본 실험범위 내에서 쌀밥의 조직감을 측정할 경우, 가급적 취반 후 10-20분 이내에 측정하는 것이 바람직하다고 하겠다.

## 요 약

4개 상표의 즉석 쌀밥을 이용하여, 취반 후 30분 이내(0, 5, 10, 20, 30분)의 조직감 변화를 탐침이동 속도(0.5, 1 mm/s) 및 변형률(30, 70%)을 달리하면서 TPA방법으로 경도, 점착성, 응집성, 씽힘성 및 탄성 항목에 대해 측정하였다. 쌀밥의 조직감은 응집성, 점착성 및 씽힘성의 경우 취반 후 20-30분 경과 시, 취반 직후 시료와 비교하여 유의적 차이가 다수 발생하였으며, 특히 점착성은 취반 후 10분 경과 때부터 유의적 차이가 일부에서 나타난 반면에 탄성은 30분 경과 때에도 유의적 차이가 거의 발생하지 않는다. 결론적으로 쌀밥의 조직감을 측정할 경우 가급적 취반 후 10-20분 이내에 측정하는 것이 변화되지 않은 원래 쌀밥의 조직감 측정을 위해 바람직하다고 하겠다.

## 감사의 글

이 논문은 2018년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(NRF-2018R1D1A1B07048619). 일부 한국교통대학교 지원을 받아 수행하였음.

## References

- Choi WS. A study on the change of rice texture according to a short time after cooking (abstract no. P03-28). In: Abstracts: 2017 KFN Intrenational Symposium and Annual Meeting. Nov. 8-10, HICO, Gyeongju, Korea. The Korean Society of Food Science and Nutrition, Busan, Korea (2017)
- Choi UK, Choi WS. A review on methods and conditions of mechanical test for texture of cooked rice. Food Ind. Nutr. 20: 18-21 (2015)
- Choi WS, Seo HS. Variations in the texture properties of cooked rice as a function of instrumental parameter conditions. Korean J. Food Sci. Technol. 48: 521-524 (2016)
- Han GJ, Park HJ, Lee HY, Park YH, Cho YS. Cooking techniques to improve the taste of cooked rice. Korean J. Food Cookery Sci. 24: 188-197 (2008)
- Kim YD, Ha UG, Song YC, Cho JH, Yang EI, Lee JK. Palatability evaluation and physical characteristics of cooked rice. Korean J. Crop. Sci. 50: 24-28 (2005)
- Kim MH, Kim SK. Influence of cooking condition and storage time after cooking on texture of cooked rice. J. Korean Soc. Food Nutr. 25: 63-68 (1996)
- Kim HY, Lee HD, Lee CH. Studies on the physicochemical factors influencing the optimum amount of added water for cooking in the preparation of Korean cooked rice. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 644-649 (1996)
- Kim JH, Oh SH, Lee JW, Lee CY, Byun MW. Effect of glucono delta-lactone on the quality of cooked rice. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 33: 1698-1702 (2004)
- Kweon MR, Han JS, Ahn SY. Effect of storage conditions on the sensory characteristics of cooked rice. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 45-53 (1999)
- Lee CH, Park SH. Studies on the texture describing terms of Korean. Korean J. Food Sci. Technol. 14: 21-29 (1982)
- Min BK. Effects of cooking conditions on the textural characteristics of cooked rice. PhD thesis, Seoul National University. Seoul, South Korea (1993)
- Okabe M. Texture measurement of cooked rice and its relationship to

- eating quality. J. Text. Stud. 10: 131-152 (1979)
- Statistics Korea. 2019 Rice Production Survey. Available from: [http://kostat.go.kr/portal/korea/kor\\_nw/1/1/index.board?bmode=read&bSeq=&aSeq=378577&pageNo=1&rowNum=10&navCount=10&currPg=&searchInfo=&sTarget=title&sTxt=](http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/1/1/index.board?bmode=read&bSeq=&aSeq=378577&pageNo=1&rowNum=10&navCount=10&currPg=&searchInfo=&sTarget=title&sTxt=). Feb. 16, 2020.
- Statistics Korea. 2018 Grain Consumption Survey. Available from: [http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT\\_1ED0004&vw\\_cd=MT\\_ZTITLE&list\\_id=F14\\_20&seqNo=&lang\\_mod e=ko&language=kor&obj\\_var\\_id=&itm\\_id=&conn\\_path=MT\\_ZTITLE](http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1ED0004&vw_cd=MT_ZTITLE&list_id=F14_20&seqNo=&lang_mod e=ko&language=kor&obj_var_id=&itm_id=&conn_path=MT_ZTITLE). Jan. 28, 2019.