

## 도정방법이 건식제분 쌀가루의 호화특성 및 저장 안정성에 미치는 영향

조영제<sup>†</sup> · 천아름<sup>†,\*</sup> · 심은영 · 박혜영 · 광지은 · 김미정 · 이춘기 · 전용희  
농촌진흥청 국립식량과학원

### Effect of Milling on the Pasting Properties and Storage Stability of Dry-Milled Rice Flour

Youngje Jo<sup>†</sup>, Areum Chun<sup>†,\*</sup>, Eun-Yeong Sim, Hye-Young Park, Ji-Eun Kwak,  
Mi-Jung Kim, Choon-Ki Lee, and Yong Hee Jeon

National Institute of Crop Science, Rural Development Administration

#### Abstract

This study was carried out to investigate milling's effect on the pasting properties and storage stability of dry-milled rice flour. Rice flour's moisture content was increased from 9.48% to 9.80% after going through a rice polisher, and the crude fat content of rice flour was decreased from 0.91% to 0.62% after going through a rice polisher. In the color index of rice flour, the rice polisher was only affected by yellowness. The pasting properties were verified through RVA, and it was confirmed that the use of a rice polisher had no significant effect on the pasting properties. As a result of observing the changes in fatty acid value, it was ascertained that the storage period could be increased using the rice polisher. These results suggest that the rice polisher can increase the storage period without changing the pasting properties.

**Key words:** rice flour, dry-milling, milling, pasting properties

## 서 론

쌀은 우리나라를 비롯한 일본, 중국 등 아시아 여러 국가에서 주식으로 사용되는 중요한 식량자원이다(Choi & Shin, 2009). 우리나라의 쌀 생산량은 자연재해 등 여러가지 원인들에 의한 식량안보 문제에 혼란을 겪지 않기 위해 쌀 재배 면적을 유지하고 있지만, 식습관의 서구화, 간편화, 식품 소비형태의 다양화 등으로 인해 쌀의 소비량은 감소하고 있어 쌀의 수급 불균형이 일어나고 있다. 이를 해결하기 위해 쌀의 소비방식을 다양하게 하여 쌀 소비량을 증가시켜야 할 필요성이 지속적으로 강조되고 있으며(Kim, 2011), 이에 따라 쌀을 밥이 아닌 다양한 형태의 식품으로 개발하고자 하는 다양한 연구들이 진행되어 왔다(Lee, 2019; Shevakani et al., 2015; Gato et al., 2004; We et al., 2010).

쌀은 밥을 제외한 다양한 식품 형태인 떡, 면, 빵 등으로 가공하기 위해 쌀을 가루형태로 만들어 가공하는 것이 필수적이다. 쌀을 가루형태로 만들기 위해서는 크게 두가지 공정을 거치게 된다. 벼를 백미로 만드는 공정과 백미를 쌀가루로 만드는 공정이다. 벼를 백미로 만들기 위해서 왕겨를 벗겨 현미로 만드는 공정인 제현, 현미를 백미로 만드는 정백공정을 거치게 되며, 정백공정 이후에 미강과 미분을 제거하는 연미공정을 거치게 된다. 그리고 백미를 쌀가루로 만드는 제분공정을 거쳐 쌀가루를 만든다. 이 중 제분공정에 대한 연구는 제분방법이 가공적성 및 저장성에 미치는 영향에 관한 연구(Park et al., 1988; Park et al., 2017), 가공적성(백설기, 증편)에 적합한 제분방법 탐색 연구(Choi et al., 2005; Kim et al., 1995) 등 다수 진행되어 있다. 반면에, 도정공정에 대한 연구는 도정방법이나 도정된 정도가 백미의 품질에 미치는 영향에 대한 연구가 주를 이루어(Kim et al., 1996; Lee et al., 2014), 대부분 백미의 품질 특성을 중심으로 하는 연구들이었다. 미강은 약 15-20%가 지방으로 이루어져 있어 저장 안정성에 큰 영향을 미칠 것으로 예상이 됨에도 불구하고 연미공정의 유무에 따른 저장 안정성에 대한 연구는 미비한 실정이다.

그리고 도정공정 또한 쌀을 이용하여 가공하는데 있어서 매우 중요한 공정 중 하나임에도 불구하고 도정방법이 쌀

<sup>†</sup>These two authors contributed equally to this work.

\*Corresponding author: Areum Chun, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, 126 Suinro, Gyeongseongu 16429, Suwon, Gyeonggido, Republic of Korea.

Tel: +82-31-695-0616; Fax: +82-31-695-0609

E-mail: areum@korea.kr

Received October 30, 2020; revised February 8, 2021; accepted February 5, 2021

가루의 가공 적성에 미치는 영향에 대한 연구는 보고된 바가 미미하여, 본 연구에서는 도정과정 중에서 백미 표면의 미강과 미분을 제거하는 공정인 연미공정의 유무가 쌀가루의 호화특성과 저장성에 미치는 영향에 대해서 연구하였다.

## 재료 및 방법

### 원료곡 도정, 쌀가루 제분 및 저장

본 연구의 재료로는 농촌진흥청 국립식량과학원에서 가공용으로 개발한 한가루(Hangaru: HG)(Won et al., 2019)와 일반 취반용 벼인 삼광(Samkwang: SK)을 선정하였다. 한가루는 쌀 튀김성과 현미 튀김 정립률이 좋은 '대립벼 1호'(Choi et al., 1994)를 모본으로, 건식 쌀가루 생산에 적합한 '설갱'(Kwak et al., 2017)을 부분으로 교배하여 육성된 품종이다. 2018년에 실험 수행을 위해 2017년 생산된 한가루와 삼광을 각각 농업기술실용화재단과 시중 RPC에서 대량 구입하여 도정 및 제분하였다.

도정은 먼저 현미기(Model SY89-TH, Ssangyoung Ltd., Incheon, Korea)로 2회에 걸쳐 제현하고 마찰식 정미기(Model BCP-2400, Bocheon Industry Co. Ltd., Gwangju, Korea)를 이용하여 2회 정백하였다. 정백과정을 거친 두 품종의 쌀을 습식연미기(IDPM-2400, iGSP Co. Ltd., Daegu, Korea)를 이용하여 연미공정을 거친 쌀과 연미공정을 거치지 않을 쌀로 구분하여 air mill (ACM-650, Korea Pulverizing Machinery Co. Ltd., Incheon, Korea)을 사용하여 평균 입자 70  $\mu\text{m}$ 로 건식 제분하였다. 저장은 실제 쌀가루 유통 시 이용되는 포장재인 저투과도 포장재(LP (Nylon + polyethylene film) bag)를 선정하여 사용하였으며, 상온(25°C)과 저온(4°C)에 2018년 5월에 저장하여, 3, 6, 9, 12개월 저장 후 품질특성을 확인하였다.

### 쌀가루 이화학특성

습식 및 건식 제분한 쌀가루의 수분 및 조지방 함량은 AOAC의 방법에 따라 6 반복으로 측정하였다. 지방산가는 적정법(AOAC Official Method 14.072)을 약간 변경하여 6 반복으로 측정하였다(Kim et al., 2007). 먼저 쌀가루 20g에 50 mL benzene을 넣고 30분 진탕하여 유리 지방산을 추출하였다. 이를 원심분리하여 상등액 25 mL를 취한 후, 동량의 alcohol-phenolphthalein을 혼합하여 0.0178 N KOH 용액으로 분홍색을 띠 때까지 적정하였으며, 그 계산식은 다음과 같다.

$$\text{Fat acidity} = 10 \times (\text{titration-blank}) / \text{dry matter weight} (\%)$$

쌀가루의 외관특성인 색도는 색차계(Model CR-300, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 Hunter value로 명도를 나타내는 L값(lightness), 적색도를 나타내는 a값(redness),

황색도를 나타내는 b값(yellowness)을 6 반복으로 측정하였다.

### 쌀가루의 호화특성

호화특성은 Rapid Visco Analyzer (Model RVA-4, Newport Scientific, Warriewood, Australia)를 이용하여 50°C에서 1분간 정치 후 3분 30초 동안 일정속도로 95°C까지 상승시키고 3분간 유지 후 다시 4분간 50°C로 냉각하여 1분 30초 정치하는 조건으로 최고점도(peak viscosity), 최저점도(trough viscosity), 치반점도(setback viscosity), 강하점도(breakdown viscosity) 및 최종점도(final viscosity) 등을 6반복으로 측정하였다(Chun et al., 2005).

### 통계처리

모든 측정값들은 평균  $\pm$  분산으로 표시하였다. 통계처리는 GraphPad Prism5 프로그램(GraphPad Software Inc., San Diego, USA)를 이용하였으며, one-way ANOVA (Tukey test)에 의해 유의성을 검정하였고 통계적인 유의적 차이를  $p < 0.05$  수준에서 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 수분함량 및 조지방함량 변화

도정과정에서 연미과정의 유무가 건식 제분 쌀 가루의 저장 기간동안 나타나는 품질 및 가공특성의 변화를 지방산가, 수분함량, 조지방함량, 색도, 호화특성의 변화를 통해 확인하였다. 밥쌀용 품종인 삼광과 건식 제분 쌀가루 전용 품종인 한가루를 제분하여 수분함량과 조지방 함량의 변화를 확인해 본 결과는 Table 1과 같았다. 초기 수분함량은 연미공정을 거치기 전의 삼광과 한가루가 각각 9.46, 9.51%, 연미공정을 거친 삼광과 한가루가 각각 9.78, 9.81%로 두 품종 모두 연미공정을 거친 쌀가루가 수분함량이 높은 것으로 나타났다. 초기 조지방함량은 연미공정을 거치기 전의 삼광과 한가루가 각각 0.82, 1.00%, 연미공정을 거친 후의 삼광과 한가루가 각각 0.50, 0.73%로 나타났다. 연미공정을 거친 후의 쌀가루가 연미공정을 거치기 전의 쌀가루에 비해 조지방함량이 낮은 것을 확인할 수 있었다. 연미공정의 목적은 백미 표면에 부착된 미강과 미분을 제거하는 것으로 미강의 지방 성분이 약 15-20%라는 점을 고려해 보았을 때 제거된 미강에 의해 연미공정을 거친 쌀가루는 연미공정을 거치지 않은 쌀가루에 비해 지방함량이 낮은 것으로 판단되었다(Kim et al., 2009; Lee and Chae, 2000). 쌀가루의 저장 기간이 길어질수록 수분함량은 연미공정을 거치고 저온(4°C)에 저장한 한가루, 삼광을 제외하고 증가하는 것을 확인하였고, 지방함량은 모든 조건에서 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 상온(25°C)에 저장하였을 때 연미공정을 거친 쌀가루는 삼광과 한가

**Table 1. Change of moisture contents and crude fat of different milling process during different temperature storage**

Moisture contents (%)								
Storage duration (month)	Before rice polisher				After rice polisher			
	RT-SK <sup>a</sup>	RT-HG <sup>a</sup>	LT-SK <sup>a</sup>	LT-HG	RT-SK	RT-HG	LT-SK	LT-HG
0	9.46±0.24 <sup>c,1)</sup>	9.51±0.15 <sup>c</sup>	9.46±0.24 <sup>c</sup>	9.51±0.15 <sup>c</sup>	9.78±0.42 <sup>b</sup>	9.81±0.24 <sup>b</sup>	9.78±0.42 <sup>c</sup>	9.81±0.24 <sup>b</sup>
3	9.45±0.15 <sup>c</sup>	9.14±0.20 <sup>d</sup>	9.04±0.20 <sup>c</sup>	8.81±0.09 <sup>d</sup>	9.74±0.15 <sup>b</sup>	9.61±0.24 <sup>c</sup>	9.50±0.23 <sup>c</sup>	9.30±0.19 <sup>b</sup>
6	10.46±0.07 <sup>a</sup>	10.64±0.11 <sup>a</sup>	9.98±0.09 <sup>b</sup>	10.20±0.13 <sup>b</sup>	10.92±0.24 <sup>a</sup>	10.97±0.10 <sup>a</sup>	10.25±0.13 <sup>b</sup>	10.58±0.09 <sup>a</sup>
9	10.55±0.04 <sup>a</sup>	10.87±0.15 <sup>a</sup>	10.49±0.07 <sup>a</sup>	10.53±0.16 <sup>a</sup>	10.66±0.01 <sup>a</sup>	10.98±0.16 <sup>a</sup>	10.59±0.07 <sup>a</sup>	10.77±0.54 <sup>a</sup>
12	10.07±0.11 <sup>b</sup>	10.21±0.07 <sup>b</sup>	9.79±0.31 <sup>b</sup>	9.98±0.06 <sup>b</sup>	10.37±0.09 <sup>ab</sup>	10.13±0.12 <sup>b</sup>	9.74±0.10 <sup>c</sup>	9.73±0.17 <sup>b</sup>

Crude fat (%)								
Storage duration (month)	Before rice polisher				After rice polisher			
	RT-SK	RT-HG	LT-SK	LT-HG	RT-SK	RT-HG	LT-SK	LT-HG
0	0.82±0.06 <sup>d</sup>	1.00±0.06 <sup>a</sup>	0.82±0.06 <sup>c</sup>	1.00±0.06 <sup>a</sup>	0.50±0.10 <sup>a</sup>	0.73±0.03 <sup>a</sup>	0.50±0.10 <sup>a</sup>	0.73±0.03 <sup>b</sup>
3	0.75±0.03 <sup>b</sup>	1.00±0.03 <sup>a</sup>	0.63±0.02 <sup>a</sup>	0.74±0.04 <sup>c</sup>	0.52±0.02 <sup>a</sup>	0.67±0.03 <sup>a</sup>	0.48±0.00 <sup>a</sup>	0.58±0.01 <sup>d</sup>
6	0.53±0.05 <sup>c</sup>	1.00±0.02 <sup>a</sup>	0.72±0.02 <sup>b</sup>	0.77±0.02 <sup>c</sup>	0.26±0.02 <sup>b</sup>	0.55±0.02 <sup>b</sup>	0.31±0.02 <sup>d</sup>	0.77±0.03 <sup>a</sup>
9	0.74±0.03 <sup>b</sup>	0.78±0.03 <sup>b</sup>	0.73±0.02 <sup>b</sup>	0.98±0.02 <sup>a</sup>	0.47±0.03 <sup>a</sup>	0.59±0.03 <sup>b</sup>	0.35±0.02 <sup>c</sup>	0.65±0.02 <sup>c</sup>
12	0.53±0.04 <sup>c</sup>	0.80±0.03 <sup>b</sup>	0.74±0.03 <sup>b</sup>	0.88±0.06 <sup>b</sup>	0.29±0.01 <sup>b</sup>	0.47±0.02 <sup>c</sup>	0.45±0.01 <sup>b</sup>	0.65±0.01 <sup>c</sup>

<sup>a</sup>RT: room temperature (25°C), LT: low temperature (4°C), SK: Samkwang, HG: Hangaru

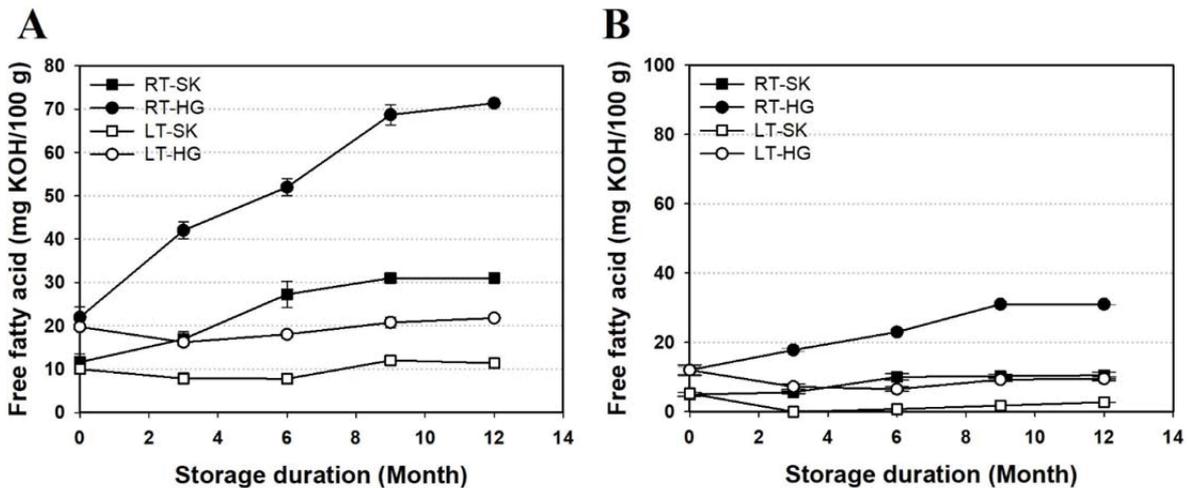
<sup>1)</sup> Values with the same letter in a column are not different significantly according to Tukey test,  $p < 0.05$ .

루가 각각 5.69, 3.16% 증가하였으며, 연미공정을 거치지 않은 쌀가루는 삼광과 한가루가 각각 6.06, 6.86%로 연미공정을 거친 쌀가루가 연미공정을 거치지 않은 쌀가루에 비해 수분함량이 적게 변화하는 것을 확인할 수 있었다.

**지방산가 및 색도 변이**

지방은 쌀가루의 산패에 영향을 미치는 것으로 알려져 있으며(Greer & Stewart, 1959), 저장 중 지방에 의해 산패가 일어나는 정도를 확인하기 위해 저장기간동안 일어나는 지방산가의 변화를 측정해 보았다. 도정방법의 차이가 지방산패에 미치는 영향을 확인하기 위해 삼광과 한가루를 도정방법을 다르게 하여 연미공정을 거친 쌀가루와 연미공정

을 거치지 않은 쌀가루를 상온, 저온 저장하여 쌀가루의 지방산가의 변화를 관찰해 보았고, 그 결과는 Fig. 1과 같이 나타났다. 지방산가가 가장 크게 변화하는 조건은 연미공정을 거치지 않고 제분한 한가루를 상온에 저장하였을 때이며, 제분 된 한가루는 연미공정을 거치지 않았을 때 저온저장을 해도 9개월만에 식미권장기준인 20.00 mg KOH/100 g보다 높은 수치인 20.75 mg KOH/100 g을 나타냈다. 연미공정을 거치지 않고 제분 된 삼광 또한 상온에 보관하였을 때 3개월 저장까지는 16.90 mg KOH/100 g으로 식미권장기준 이하였지만, 그 이후로는 식미권장기준보다 높은 수치인 27.25 mg KOH/100 g을 나타냈다. 하지만 연미공정을 거친 쌀가루는 상온에 저장한 제분 된 한가루



**Fig. 1. Effect of polishing on the free fatty acid value with different storage temperature.** A: Before rice polisher, B: After rice polisher, SK: Samkwang, HG: Hangaru, RT: room temperature (25°C), LT: low temperature (4°C), error bar represents standard deviation.

가 6개월이 되었을 때 23.00 mg KOH/100 g인 것을 제외하고는 모두 식미권장기준보다 낮은 수치를 유지하는 것을 확인할 수 있었다. 지방산가는 쌀의 저장 중에 지방의 산화를 알아볼 수 있는 인자 중 하나이며, 지방의 산화는 쌀가루의 지방이 저장 중 공기 중의 산소가 결합하여 가수분해되면서 hexanal 등의 물질을 증가시켜 고미취 생성 및 쌀의 품질을 저하시키는 직접적인 원인이 되는 것으로 알려져 있다(Sung et al., 2011). 쌀가루는 쌀에 비해 산소와 접촉하는 면적이 더욱 커지게 되므로 지방의 산화가 쌀보다 크게 변화할 것으로 예상되므로 쌀가루의 지방산가 변화는 매우 중요한 인자이다. 이러한 지방산가의 변화는 연미공정을 통해 쌀가루의 품질저하는 줄일 수 있었으며, 저장기간을 늘릴 수 있을 것으로 확인되었다.

쌀의 도정방법에 따른 한가루, 삼광의 색도변화는 백색판을 기준으로 색도 차를 Table 2와 같이 나타냈다. 도정방법에 따라 연미공정을 거친 쌀가루가 연미공정을 거치지 않은 쌀가루보다 b값이 낮게 나오는 것을 확인할 수 있었다. 이는 연미공정을 거치지 않은 쌀은 연미작용을 통해 백미표에 부착된 미강과 미분을 제거하는 과정이 생략되어 제거되지 않은 미강과 미분에 의해 황색도를 나타내는 b값이 높게 나타난 것으로 판단된다. 반면 도정방법에 따라서

저장 중 색도의 변화는 통계적으로 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다.

#### 호화특성 변이

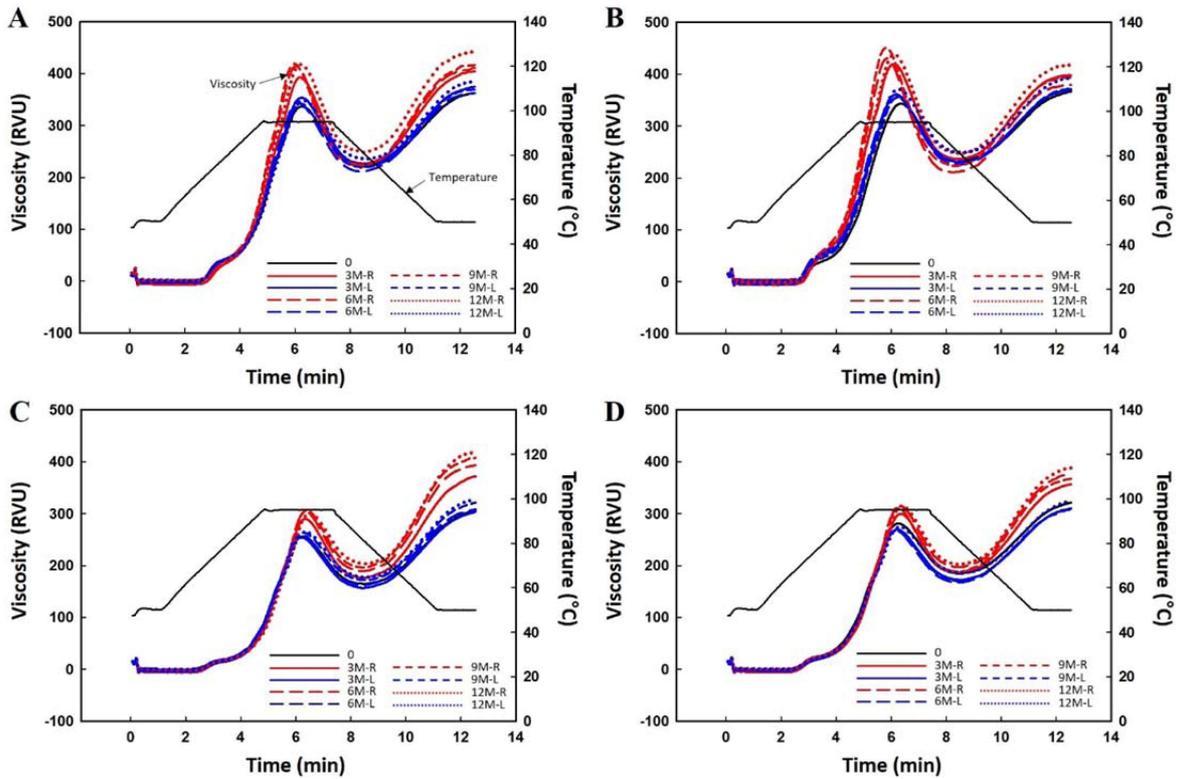
도정방법, 저장온도, 품종의 차이에 따른 호화특성의 변화를 확인하기 위하여 신속점도측정기(RVA)를 이용하여 호화개시 온도, 최고점도, 최저점도, 최종점도, 치반점도, 강하점도 등 다양한 점도치를 측정하였으며 그 결과는 그림 2와 같이 나타났다. 이는 온도가 변함에 따라 나타나는 점도의 변화를 나타낸 그래프로 이 그래프에서 삼광(Fig. 2A, B)과 한가루(Fig. 2C, D) 두 품종에 의한 점도 차이는 나타났지만, 도정방법의 차이에 따른 점도의 변화는 크게 나타나지 않은 것으로 확인된다. 쌀의 점도 변화는 전분 입자의 팽윤, 입자의 크기와 모양, 입자의 배열, 아밀로스 와 아밀로펙틴의 구성비 및 구조차이에 의해 결정된다(Dexter JE and Matsuo RR, 1978). Jo et al. (2020)의 연구에 따르면 한가루와 삼광은 전분 입자의 모양의 차이가 컸으며, 그로 인해 이와 같이 점도의 차이가 나타난 것으로 확인되었다. 그리고 저장온도에 따라 저온저장은 저장 전의 시료와 유사하게 유지되는 반면 상온 저장의 시료는 저장 전과 점도 차이가 나타나는 것으로 확인되었다.

**Table 2. Change of color with different milling process during different temperature storage**

Lightness (L)								
Storage duration (month)	Before rice polisher				After rice polisher			
	RT-SK*	RT-HG*	LT-SK*	LT-HG	RT-SK	RT-HG	LT-SK	LT-HG
0	95.04±0.59 <sup>b</sup>	95.16±0.15 <sup>b</sup>	95.53±0.22 <sup>b</sup>	95.18±0.22 <sup>a</sup>	95.42±1.22 <sup>c</sup>	94.99±0.55 <sup>c</sup>	96.54±0.30 <sup>a</sup>	95.46±0.22 <sup>b</sup>
3	95.61±0.37 <sup>b</sup>	96.60±0.26 <sup>a</sup>	95.66±0.27 <sup>b</sup>	95.71±0.33 <sup>a</sup>	96.39±0.16 <sup>b</sup>	96.44±0.30 <sup>a</sup>	95.83±0.10 <sup>b</sup>	91.31±0.29 <sup>c</sup>
6	96.67±0.27 <sup>a</sup>	96.44±0.16 <sup>a</sup>	96.54±0.33 <sup>a</sup>	95.63±0.77 <sup>a</sup>	97.39±0.12 <sup>a</sup>	96.56±0.17 <sup>a</sup>	96.69±0.13 <sup>a</sup>	96.51±0.23 <sup>a</sup>
9	96.26±0.17 <sup>a</sup>	95.69±0.33 <sup>ab</sup>	97.50±0.12 <sup>a</sup>	96.12±0.59 <sup>a</sup>	96.49±0.35 <sup>b</sup>	95.71±0.12 <sup>b</sup>	97.31±0.15 <sup>a</sup>	96.20±0.22 <sup>a</sup>
12	95.65±0.14 <sup>b</sup>	95.53±0.14 <sup>b</sup>	95.07±0.47 <sup>b</sup>	95.37±0.39 <sup>a</sup>	96.21±0.09 <sup>b</sup>	95.84±0.03 <sup>b</sup>	95.36±0.32 <sup>b</sup>	95.54±0.19 <sup>b</sup>
Redness (a)								
Storage duration (month)	Before rice polisher				After rice polisher			
	RT-SK*	RT-HG*	LT-SK*	LT-HG	RT-SK	RT-HG	LT-SK	LT-HG
0	0.25±0.03 <sup>y</sup>	0.18±0.02 <sup>b</sup>	0.27±0.03 <sup>b</sup>	0.21±0.02 <sup>a</sup>	0.20±0.09 <sup>c</sup>	0.17±0.04 <sup>c</sup>	0.27±0.03 <sup>b</sup>	0.21±0.02 <sup>b</sup>
3	0.36±0.02 <sup>a</sup>	0.26±0.03 <sup>a</sup>	0.36±0.01 <sup>a</sup>	0.30±0.02 <sup>a</sup>	0.33±0.02 <sup>a</sup>	0.30±0.02 <sup>a</sup>	0.32±0.02 <sup>ab</sup>	0.45±0.02 <sup>a</sup>
6	0.12±0.00 <sup>c</sup>	0.02±0.01 <sup>d</sup>	0.14±0.01 <sup>c</sup>	0.04±0.03 <sup>b</sup>	0.12±0.02 <sup>d</sup>	0.05±0.00 <sup>d</sup>	0.07±0.01 <sup>c</sup>	0.05±0.01 <sup>d</sup>
9	0.09±0.00 <sup>d</sup>	0.06±0.00 <sup>c</sup>	0.13±0.00 <sup>c</sup>	0.03±0.02 <sup>b</sup>	0.09±0.00 <sup>c</sup>	0.01±0.01 <sup>e</sup>	0.11±0.02 <sup>c</sup>	0.04±0.01 <sup>d</sup>
12	0.27±0.02 <sup>y</sup>	0.20±0.02 <sup>b</sup>	0.23±0.02 <sup>b</sup>	0.19±0.02 <sup>a</sup>	0.25±0.02 <sup>b</sup>	0.20±0.01 <sup>b</sup>	0.23±0.04 <sup>b</sup>	0.17±0.02 <sup>c</sup>
Yellowness (b)								
Storage duration (month)	Before rice polisher				After rice polisher			
	RT-SK*	RT-HG*	LT-SK*	LT-HG	RT-SK	RT-HG	LT-SK	LT-HG
0	4.01±0.13 <sup>a</sup>	4.25±0.07 <sup>a</sup>	3.94±0.10 <sup>a</sup>	4.21±0.02 <sup>a</sup>	3.53±0.22 <sup>a</sup>	4.01±0.09 <sup>a</sup>	3.38±0.09 <sup>a</sup>	3.96±0.03 <sup>a</sup>
3	3.89±0.06 <sup>a</sup>	3.68±0.09 <sup>b</sup>	3.74±0.02 <sup>a</sup>	4.19±0.07 <sup>a</sup>	3.23±0.07 <sup>b</sup>	3.64±0.06 <sup>b</sup>	3.35±0.08 <sup>a</sup>	3.46±0.06 <sup>b</sup>
6	3.36±0.09 <sup>b</sup>	3.52±0.03 <sup>b</sup>	3.31±0.03 <sup>b</sup>	3.62±0.06 <sup>b</sup>	2.87±0.03 <sup>b</sup>	3.23±0.08 <sup>c</sup>	2.80±0.01 <sup>b</sup>	3.25±0.04 <sup>c</sup>
9	3.31±0.05 <sup>b</sup>	3.76±0.09 <sup>b</sup>	2.88±0.04 <sup>b</sup>	4.01±0.03 <sup>a</sup>	3.05±0.05 <sup>b</sup>	3.44±0.05 <sup>c</sup>	2.90±0.01 <sup>b</sup>	3.55±0.04 <sup>b</sup>
12	3.81±0.03 <sup>a</sup>	4.03±0.06 <sup>b</sup>	3.76±0.11 <sup>a</sup>	4.09±0.10 <sup>a</sup>	3.26±0.06 <sup>b</sup>	3.65±0.06 <sup>b</sup>	3.38±0.10 <sup>a</sup>	3.58±0.06 <sup>b</sup>

\*RT: room temperature (25°C), LT: low temperature (4°C), SK: Samkwang, HG: Hangaru

<sup>1)</sup> Values with the same letter in a column are not different significantly according to Tukey test,  $p < 0.05$ .



**Fig. 2. Changes of pasting properties of two type of rice flour and two type of milling process during different storage temperature.** A: before polisher for Samkwang, B: after polisher for Samkwang, C: before polisher for Hangaru, D: after polisher for Hangaru, 3M: storage for 3 month, 6M: storage for 6 month, 9M: storage for 9 month, 12M: storage for 12 month, R: room temperature (25°C), L: low temperature (4°C), number in the legend is storage duration.

연미공정 유무에 따른 호화특성 차이를 확인하기 위해 각각의 점도를 구하여 비교해 보았다(Table 3). 우선, 점도가 증가하기 시작하는 온도를 의미하는 호화개시온도(pasting temperature)는 품종, 저장온도, 연미공정의 유무와 상관없이 약 68.15°C로 변화가 없는 것으로 확인되었다. 호화개시온도가 아밀로스 함량에 영향을 많이 받는 점을 고려 보았을 때(Shim et al., 2015), Jo et al. (2020)의 연구에서 보고한 바와 같이 저장기간동안 아밀로스의 함량변화가 미미하였을 것으로 예상된다. 가열과 유지 횟수가 반복되는 동안 기록되어지는 가장 높은 점도인 최고점도(peak viscosity)는 가공 시 제품의 품질과 관련이 높으며, 전분의 물 보유량을 간접적으로 나타낸다. 연미공정을 거치지 않은 삼광의 최고점도는 저장 전 약 233 RVU, 한가루의 최고점도는 약 178 RVU로 품종 간의 차이가 있었으며, 연미공정을 거친 삼광의 최고점도는 약 242 RVU, 한가루의 최고점도는 약 184 RVU로 약 3% 증가하는 것을 관찰할 수 있었다. 그리고 12개월동안 저장하였을 때 상온에 저장한 연미공정을 거치지 않은 삼광은 약 292 RVU로 약 25% 증가하였고, 연미공정을 거친 삼광은 약 304 RVU로 약 25% 증가하였다. 상온에 저장한 연미공정을 거치지 않은 한가루는 약 209 RVU로 약 17% 증가하였고, 연미공정을 거친 한가루는 약 219 RVU로 약 19% 증가하

였다. 저온에 저장하였을 때 연미공정의 유무에 상관없이 저장 전의 최고점도와 비슷한 최고점도가 유지되는 것을 확인할 수 있었다. 연미공정의 유무에 상관없이 저장 후 최고점도는 유사하게 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 95°C로 상승한 온도를 50°C로 냉각하였을 때 나타나는 가장 낮은 점도 값인 최저점도(trough viscosity)는 열처리 시 전분의 파괴와 유사한 경향성을 나타내는 점도이다(Danbaba et al., 2012). 저장 전 연미공정을 거치지 않은 삼광의 최저점도는 약 148 RVU였으며, 연미공정을 거친 삼광의 최저점도인 159 RVU에 비해 약 7%가 높은 것을 확인할 수 있었다. 그리고 저장 전 연미공정을 거치지 않은 한가루의 최저점도는 약 112 RVU였으며, 연미공정을 거친 한가루의 최저점도는 약 117 RVU로 약 4%가 높은 것을 확인할 수 있었다. 삼광과 한가루 모두 연미공정의 유무에 따라 나타나는 최저점도의 차이는 통계적으로 유의미한 수준의 차이는 아니었다. 강하점도(breakdown)는 최고점도와 최저점도의 차이를 나타내는 점도 값으로 호화 중의 열, 전단(shear)에 대한 저항 정도를 나타낸다(Shim et al., 2015). 강하점도는 연미공정의 유무에 따라 삼광, 한가루 두 품종 모두 큰 차이가 나타나지 않았다. 12개월 상온 저장하였을 때 연미공정을 거친 삼광의 강하점도가 약 132 RVU, 연미공정을 거치지 않은 삼광의 강하점도는 약

**Table 3. Changes of pasting properties of two type of rice flour and two type of milling process during different storage temperature**

Storage temperature (°C)	Sample	Storage duration (month)	Peak viscosity (RVU)	Through (RVU)	Breakdown (RVU)	Final viscosity (RVU)	Setback (RVU)	Pasting temperature (°C)
25	Samkwang with rice polisher	0	239.90±5.16 <sup>b</sup>	159.25±11.76 <sup>b</sup>	86.42±7.04 <sup>c</sup>	253.63±3.60 <sup>c</sup>	13.39±3.92 <sup>a</sup>	68.15±0.06 <sup>a,1)</sup>
		3	291.54±1.52 <sup>a</sup>	164.02±4.84 <sup>b</sup>	127.52±6.06 <sup>b</sup>	267.98±1.61 <sup>b</sup>	-19.00±4.62 <sup>c</sup>	68.11±0.06 <sup>a</sup>
		6	299.52±4.90 <sup>a</sup>	146.29±5.37 <sup>c</sup>	153.23±7.53 <sup>a</sup>	263.44±3.81 <sup>b</sup>	-31.23±3.68 <sup>d</sup>	68.16±0.05 <sup>a</sup>
		9	313.04±1.55 <sup>a</sup>	155.15±3.59 <sup>b</sup>	157.9±3.26 <sup>a</sup>	280.77±4.93 <sup>a</sup>	-23.79±3.96 <sup>c</sup>	68.15±0.04 <sup>a</sup>
		12	304.17±1.93 <sup>a</sup>	171.88±6.02 <sup>a</sup>	132.29±6.00 <sup>b</sup>	289.56±7.37 <sup>a</sup>	-11.73±6.85 <sup>b</sup>	68.14±0.03 <sup>a</sup>
	Samkwang without rice polisher	0	231.65±4.21 <sup>c</sup>	148.89±15.36 <sup>a</sup>	89.98±4.13 <sup>c</sup>	240.23±4.62 <sup>c</sup>	19.09±5.76 <sup>a</sup>	68.09±0.06 <sup>a</sup>
		3	272.84±8.16 <sup>b</sup>	157.60±8.75 <sup>a</sup>	115.23±5.19 <sup>b</sup>	281.00±10.26 <sup>b</sup>	2.79±7.40 <sup>b</sup>	68.18±0.03 <sup>a</sup>
		6	289.38±6.28 <sup>a</sup>	155.48±2.73 <sup>a</sup>	133.90±6.41 <sup>a</sup>	285.21±4.97 <sup>b</sup>	1.12±7.23 <sup>b</sup>	68.16±0.05 <sup>a</sup>
		9	290.90±1.88 <sup>a</sup>	154.11±1.78 <sup>a</sup>	136.79±3.59 <sup>a</sup>	289.17±3.54 <sup>a</sup>	13.88±8.44 <sup>a</sup>	68.19±0.08 <sup>a</sup>
		12	292.79±7.43 <sup>a</sup>	169.23±9.78 <sup>a</sup>	119.67±8.53 <sup>b</sup>	302.63±10.02 <sup>a</sup>	20.10±10.20 <sup>a</sup>	68.20±0.04 <sup>a</sup>
	Hagaru with rice polisher	0	182.27±3.13 <sup>b</sup>	117.27±8.58 <sup>b</sup>	70.60±2.49 <sup>c</sup>	261.67±3.25 <sup>a</sup>	28.04±1.75 <sup>c</sup>	68.16±0.06 <sup>a</sup>
		3	208.46±4.50 <sup>a</sup>	130.15±6.73 <sup>a</sup>	78.32±2.62 <sup>b</sup>	210.67±4.74 <sup>c</sup>	39.58±4.15 <sup>b</sup>	68.21±0.05 <sup>a</sup>
		6	218.98±1.48 <sup>a</sup>	136.65±2.10 <sup>a</sup>	82.33±3.19 <sup>a</sup>	249.27±1.55 <sup>b</sup>	44.40±3.36 <sup>b</sup>	68.14±0.08 <sup>a</sup>
		9	215.79±1.72 <sup>a</sup>	129.81±1.17 <sup>a</sup>	85.98±0.75 <sup>a</sup>	248.90±3.59 <sup>b</sup>	53.04±2.56 <sup>a</sup>	68.19±0.09 <sup>a</sup>
		12	219.13±1.72 <sup>a</sup>	140.48±4.08 <sup>a</sup>	78.65±2.43 <sup>b</sup>	265.98±4.60 <sup>a</sup>	49.77±4.49 <sup>a</sup>	68.23±0.10 <sup>a</sup>
	Hangaru without rice polisher	0	176.38±2.27 <sup>c</sup>	112.32±5.99 <sup>b</sup>	67.67±2.67 <sup>b</sup>	266.29±3.96 <sup>b</sup>	34.95±2.33 <sup>c</sup>	68.16±0.09 <sup>a</sup>
		3	201.27±1.85 <sup>b</sup>	122.48±2.14 <sup>a</sup>	78.79±0.57 <sup>a</sup>	257.96±3.92 <sup>c</sup>	60.65±2.66 <sup>d</sup>	68.20±0.07 <sup>a</sup>
		6	211.75±3.21 <sup>a</sup>	131.34±4.39 <sup>a</sup>	80.42±5.37 <sup>a</sup>	273.10±4.17 <sup>b</sup>	68.96±1.41 <sup>c</sup>	68.16±0.08 <sup>a</sup>
		9	213.00±1.28 <sup>a</sup>	136.38±3.93 <sup>a</sup>	76.63±4.26 <sup>a</sup>	282.94±8.50 <sup>a</sup>	79.06±3.93 <sup>b</sup>	68.15±0.04 <sup>a</sup>
		12	209.06±1.39 <sup>a</sup>	141.31±2.55 <sup>a</sup>	67.75±2.80 <sup>b</sup>	290.36±3.28 <sup>c</sup>	82.89±10.77 <sup>a</sup>	68.18±0.05 <sup>a</sup>
25	Samkwang with rice polisher	0	246.67±4.67 <sup>a</sup>	159.25±11.76 <sup>b</sup>	79.10±7.07 <sup>b</sup>	274.58±2.80 <sup>a</sup>	13.39±3.92 <sup>a</sup>	68.15±0.07 <sup>a</sup>
		3	250.79±4.43 <sup>a</sup>	160.08±5.12 <sup>b</sup>	90.71±4.24 <sup>a</sup>	264.02±10.76 <sup>b</sup>	5.75±6.00 <sup>b</sup>	68.18±0.06 <sup>a</sup>
		6	250.25±4.31 <sup>a</sup>	157.02±2.53 <sup>b</sup>	93.23±3.28 <sup>a</sup>	245.25±6.71 <sup>c</sup>	15.9±11.04 <sup>a</sup>	68.19±0.06 <sup>a</sup>
		9	246.94±4.76 <sup>a</sup>	160.75±6.37 <sup>b</sup>	86.19±1.80 <sup>a</sup>	261.23±10.06 <sup>b</sup>	6.25±5.92 <sup>b</sup>	68.14±0.03 <sup>a</sup>
		12	258.44±2.27 <sup>a</sup>	172.75±4.42 <sup>a</sup>	85.69±6.37 <sup>a</sup>	260.29±3.09 <sup>b</sup>	18.67±4.66 <sup>a</sup>	68.16±0.08 <sup>a</sup>
	Samkwang without rice polisher	0	234.75±1.36 <sup>a</sup>	148.89±15.36 <sup>b</sup>	75.00±2.89 <sup>b</sup>	274.90±1.52 <sup>a</sup>	19.09±5.76 <sup>c</sup>	68.16±0.03 <sup>a</sup>
		3	246.17±25.77 <sup>a</sup>	156.21±10.99 <sup>a</sup>	89.96±14.81 <sup>a</sup>	260.13±16.41 <sup>b</sup>	18.07±4.03 <sup>d</sup>	68.21±0.08 <sup>a</sup>
		6	239.10±1.50 <sup>a</sup>	146.71±2.87 <sup>b</sup>	92.40±3.06 <sup>a</sup>	252.06±4.50 <sup>b</sup>	10.54±4.35 <sup>c</sup>	68.13±0.03 <sup>a</sup>
		9	237.73±2.12 <sup>a</sup>	152.02±2.39 <sup>a</sup>	85.71±3.51 <sup>a</sup>	256.63±4.28 <sup>b</sup>	20.79±2.25 <sup>b</sup>	68.19±0.06 <sup>a</sup>
		12	242.46±1.36 <sup>a</sup>	163.69±5.87 <sup>a</sup>	78.77±6.01 <sup>b</sup>	267.46±4.55 <sup>b</sup>	25.50±3.31 <sup>a</sup>	68.15±0.04 <sup>a</sup>
	Hagaru with rice polisher	0	186.67±1.43 <sup>a</sup>	117.27±8.58 <sup>b</sup>	63.33±2.53 <sup>b</sup>	211.38±2.13 <sup>c</sup>	28.15±1.75 <sup>b</sup>	68.14±0.13 <sup>a</sup>
		3	187.94±1.55 <sup>a</sup>	119.67±5.27 <sup>b</sup>	68.27±6.47 <sup>a</sup>	213.31±3.45 <sup>c</sup>	28.58±2.56 <sup>b</sup>	68.21±0.03 <sup>a</sup>
		6	186.15±0.93 <sup>a</sup>	116.31±1.13 <sup>b</sup>	69.83±0.34 <sup>a</sup>	219.79±2.73 <sup>b</sup>	30.36±3.08 <sup>b</sup>	68.11±0.03 <sup>a</sup>
		9	185.92±2.16 <sup>a</sup>	118.31±1.76 <sup>b</sup>	67.60±0.54 <sup>a</sup>	217.98±1.33 <sup>b</sup>	30.00±1.76 <sup>b</sup>	68.15±0.04 <sup>a</sup>
		12	190.85±0.63 <sup>a</sup>	128.60±2.73 <sup>a</sup>	62.25±2.44 <sup>b</sup>	227.79±0.74 <sup>a</sup>	34.06±0.93 <sup>a</sup>	68.18±0.05 <sup>a</sup>
	Hangaru without rice polisher	0	179.63±2.03 <sup>a</sup>	112.32±5.99 <sup>b</sup>	63.06±3.71 <sup>b</sup>	214.36±1.79 <sup>b</sup>	34.95±2.33 <sup>b</sup>	68.14±0.09 <sup>a</sup>
		3	176.77±1.04 <sup>b</sup>	108.92±2.27 <sup>c</sup>	67.86±1.48 <sup>a</sup>	210.96±2.99 <sup>c</sup>	36.88±3.26 <sup>b</sup>	68.13±0.06 <sup>a</sup>
		6	181.19±2.21 <sup>a</sup>	112.52±1.30 <sup>b</sup>	68.67±0.97 <sup>a</sup>	214.06±1.92 <sup>b</sup>	35.90±0.79 <sup>b</sup>	68.14±0.03 <sup>a</sup>
		9	183.36±1.62 <sup>a</sup>	119.06±2.82 <sup>b</sup>	64.29±2.08 <sup>b</sup>	223.23±2.69 <sup>a</sup>	39.38±2.52 <sup>a</sup>	68.15±0.03 <sup>a</sup>
		12	183.90±1.33 <sup>a</sup>	123.02±1.65 <sup>a</sup>	60.88±1.77 <sup>b</sup>	227.60±1.61 <sup>a</sup>	42.58±4.03 <sup>a</sup>	68.23±0.03 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Values with the same letter in a column are not different significantly according to Tukey test,  $p < 0.05$ .

119 RVU로 약 10% 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 하지만 한가루는 연미공정을 거쳤을 때 강하점도가 약 78 RVU, 연미공정을 거치지 않은 한가루의 강하점도는 67 RVU로 약 10% 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 연미공정을 거치게 되었을 때, 열, 전단에 대한 저항이 감소하여 가공특성이 더욱 향상되었을 것으로 판단되었다(Jo et al.,

2020). 최종점도(final viscosity)는 호화되었던 전분이 50°C에서 냉각되면서 무질서한 상태로 존재하던 전분 분자들이 재배열하게 되어 수소결합을 통해 점도값이 증가되는 정도를 나타내며(Nishita & Bean, 1979), 최종점도가 높을수록 노화가 촉진되는 점을 보았을 때, 12개월 상온 저장한 연미공정을 거친 삼광의 최종점도가 약 289 RVU, 연미공정

을 거치지 않은 삼광의 최종점도가 약 302 RVU이었으며, 연미공정을 거친 한가루의 최종점도는 약 265 RVU, 연미공정을 거치지 않은 한가루의 최종점도는 약 290 RVU로 연미공정을 거치게 되었을 때 두 품종 모두 상온저장 시 최종점도가 약 10% 감소하는 것을 확인할 수 있었으며, 이를 통해 상온저장한 쌀가루는 연미공정을 거쳐 저장을 하면 가공 후 노화축진을 막을 수 있을 것으로 예상되었다. 치반점도(setback)는 50°C에서의 최종점도(cold paste viscosity)와 최저점도의 차이를 나타내는 점도 값으로 노화 안정성을 간접적으로 보여주는 점도 값으로 클수록 노화가 빠르다는 것을 의미한다(Jung et al., 2010). 삼광은 상온저장하였을 때 연미공정을 거친 쌀가루는 치반점도가 약 -11 RVU였으며, 연미공정을 거치지 않은 쌀가루의 치반점도는 약 20 RVU였다. 그리고 한가루를 상온저장하였을 때 연미공정을 거친 쌀가루의 치반점도는 약 49 RVU, 연미공정을 거치지 않은 쌀가루의 치반점도는 약 82 RVU였다. 연미공정을 거치게 되었을 때 두 품종 모두 치반점도 값이 감소하는 것을 확인할 수 있었고, 연미공정을 거친 쌀가루가 연미공정을 거치지 않은 쌀가루에 비해 노화가 느리게 진행될 것으로 예상되었다. 저온저장 하였을 때에는 점도 값들이 저장전과 유사하게 유지가 잘 되는 것을 확인할 수 있었다.

쌀가루 두 품종 모두 연미공정을 거쳤을 때 호화특성이 노화축진성, 열, 전단에 대한 저항성 등의 측면에서 향상되는 것으로 확인되었다. 그리고 호화특성은 연미공정의 유무보다 저장온도에 의한 변화가 더욱 큰 것으로 확인되었다.

## 요 약

본 연구에서는 연미공정의 유무가 쌀가루의 호화특성과 저장 안정성에 미치는 영향에 대해서 조사하였다. 연미공정을 거친 쌀가루는 수분함량이 약 9.80%로 연미공정을 거치지 않은 쌀가루에 비해 약 0.32% 높게 나타났으며, 조지방 함량은 0.62%로 연미공정을 거치지 않은 쌀가루에 비해 약 0.29% 낮게 나타났다. 연미공정은 쌀가루의 색도에 있어서 황색도에만 통계적으로 유의미한 영향을 미치는 것으로 확인되었다. RVA를 통한 호화특성을 비교해 보았을 때, 연미공정의 유무는 쌀가루의 호화특성에는 큰 영향은 없었지만, 노화축진성, 열, 전단에 대한 저항성 등의 측면에서 향상되는 것으로 확인되었다. 그리고 지방산가의 변화를 통한 저장성을 확인해 본 결과 가공용 쌀가루인 한가루의 경우, 연미공정을 거치지 않은 쌀가루는 저온저장을 하여도 9개월이 되었을 때 식미권장기준을 초과하는 것으로 확인되었지만 연미공정을 거친 쌀가루는 저온저장 시 12개월이 지나도 식미권장기준 이하를 유지하는 것으로 확인되었다. 이 결과들을 바탕으로 연미공정을 거치고 제조

된 쌀가루의 호화특성은 연미공정을 거치지 않은 쌀가루와 유사하지만 저장 안정성이 좋아지는 것을 확인할 수 있었다. 쌀가루 저장 시 연미공정의 유무보다 저장 온도가 더욱 중요한 요인임을 확인할 수 있었다.

## 감사의 글

본 시험은 농촌진흥청 ‘원료벼 및 쌀가루 저장조건에 따른 이화학적 특성 변이 구명(PJ01284104)’ 과제의 시험연구비에 의해 수행되었다.

## References

- AOAC. 1984. Official Methods of Analysis of the Association of Official Chemists (14ed). Arlington, Virginia, USA.
- Cato L, Gan J, Rafael L, Small D. 2004. Gluten free breads using rice flour and hydrocolloid gums. Food Australia. 56: 75-78.
- Chiang PY, Yeh AI. 2002. Effect of soaking on wet-milling of rice. J. Cereal Sci. 35: 85-94.
- Choi BK, Kum JS, Lee HY, Park JD. 2005. Quality characteristics of rice cake (*Backsulki*) according to milling type and particle size. Korean J. Food Preserv. 12: 230-234.
- Choi HC, Kim YG, Cho SY, Moon HP, Park RK, Park, Kim YS. 1994. A new large-grain rice cultivar “*Daeribbyo1*”. Korean J. Breed Sci. 26: 453.
- Choi OJ, Kim YD, Shim JH, Noh MH, Shim KH. 2012. Physico-chemical properties of diverse rice species. Korean J. Food Preserv. 19: 532-538.
- Choi SY, Shin M. 2009. Properties of rice flours prepared from domestic high amylose rices. Korean J. Food Sci. Technol. 41: 16-20.
- Chun A, Song J, Hong HC, Son JR. 2009. Improvement of cooking properties by milling and blending in rice cultivar Goami2. Korean J. Crop Sci. 50: 88-93.
- Danbaba N, Anounye JC, Gana AS, Abo ME, Ukwungwu MN, Maji AT. 2012. Physical and pasting properties of ‘ofada’ rice (*Oryza sativa* L.) varieties. Nigerian Food J. 30: 18-25.
- Dexter JE, Matsuo RR. 1987. The effect of gluten protein fractions on pasta dough rheology and spaghetti-making quality. Cereal Chem. 55: 44-57.
- Greer EN, Stewart BA. 1959. The water absorption of wheat flour: relative effects of protein and starch. J. Sci. Food Agri 10: 248-252.
- Han XZ, Hamaker BR. 2000. Functional and microstructural aspects of soluble corn starch in pastes and gel. Starch-Starke. 52: 76-80.
- Jung JS, Shin SM, Kim AJ. 2010. Quality characteristics of *Sulgidduk* with *Adenophora remotiflora* Powder. Korean J. Food Nutr. 23: 147-153.
- Kang KJ, Kim K, Kim SK. 1995. Structure of hot-water soluble rice starch in relation to the structure of rice starch and texture of cooked rice. Korean J. Food Sci. Technol. 27: 757-761.
- Kim H, Kim DC, Lee SE, Kim OW. 2009. Milling characteristics of milled rice according to milling ratio of friction and abrasive milling. J. Biosystem Eng. 34: 439-445.

- Kim KA, Jeon ER. 1996. Physicochemical properties and hydration of rice on various polishing degrees. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 959-964.
- Kim KY, Lee GM, Noh JI, Ha KY, Son JY, Kim BK, Ko JK, Kim CK. 2007. Varietal difference of germination, fat acidity, and lipoxygenase activity of rice grain stored at high temperature. *Korean J. Crop Sci.* 52: 29-35.
- Kim MR. 2011. The status of Korea's rice industry and the rice processing industry. *Food Industry and Nutrition.* 16: 22-26.
- Kim OW, Kim H, Lim TG. 2004. Cooling and storage characteristics of milled rice by different cooling storage methods. *Korean J. Food Preservation.* 11: 448-454.
- Kim YI, Kum JS, Kim KS. 1995. Effect of different milling methods of rice flour on quality characteristics of *Jeungpyun*. *Korean J. Soc. Food Sci.* 11: 213-219.
- Kwak J, Yoon MR, Lee JH, Ko S, Tai TH, Won YJ. 2017. Morphological and starch characteristics of the Japonica rice mutant variety *Seolgaeng* for dry-milled flour. *Food Sci. Biotechnol.* 26: 43-48.
- Lee C. 2003. Studies on the retrogradation properties of rice starch. *The Korean J. Food Nutr.* 16: 105-110.
- Lee JA. 2019. Quality characteristics of rice cookie containing different levels of dried-persimmon powder. *Culinary Sci. Hospitality Res.* 25: 76-83.
- Lee JS, Won YJ, Cho JH, Lee JH, Park HM, Lee JH, Yoon MR, Kwak J, Chun A. 2014. *Korea J. Crop Sci.* 59: 47-53.
- Lee SE, Kim DC, Kim SS, Kim OW. 2006. Effect of yellow loess packaging on the eating quality of rice. *Korean J. Food Preserv.* 13: 543-547.
- Lee SK, Chae BJ. 2000. Influence of dietary rancid rice bran on the oxidative and color stability of ground chicken and pork during frozen storage. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 40: 296-302.
- Nishita KD, Bean MM. 1979. Physicochemical properties of rice in relation to rice bread. *Cereal Chem.* 56: 185-189.
- Park J, Lee SK, Park HY, Choi HS, Cho DH, Lee KH, Han SI, Cho JH, Oh SK. 2017. Physicochemical properties of rice flour of different cultivars using wet and dry milling processes. *Korean J. Crop Sci.* 62: 184-192.
- Park YK, Seog HM, Nam YJ, Shin DH. 1988. Physicochemical properties of various milled rice flours. *Korean J. Food Sci. Technol.* 20: 504-510.
- Shevkani K, Kaur A, Kumar S, Singh N. 2015. Cowpea protein isolates: functional properties and application in gluten-free rice muffins. *LWT-Food Sci. Technol.* 63: 927-933.
- Shim EY, Chung SK, Cho JH, Woo KS, Park HY, Kim HJ, Oh SG, Kim WH. 2015. Physicochemical properties of high-amylose rice varieties. *Food Eng. Prog.* 19: 392-398.
- Sung J, Kim H, Choi H, Kim Y. 2011. Fat acidity and flavor pattern analysis of brown rice and milled rice according to storage period. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 40: 613-617.
- We GJ, L I, Cho YS, Yoon MR, Shin M, Ko S. 2010. Development of rice flour-based puffing snack for early childhood. *J. Food Sci.* 14: 322-327.
- Won YJ, Ahn EK, Jeong EG, Chang JK, Lee JH, Jung KH, Hyun UJ, Cho YC, Oh SK, Yoon MR, Kim BK, Kim BJ. 2019. An opaque endosperm rice cultivar, '*Hangaru*', suitable for exclusive dry-milling rice flour production. *J. Food Sci.* 51: 134-139.
- Yoon MR, Lee JS, Kwak J, Ko S, Lee JH, Chun JB, Lee CK, Kim BK, Kim WH. 2016. Comparative analysis on quality and bread-making properties by particle size of dry-milled rice flours of rice varieties. *J. Korean Soc. Int. Agric.* 28: 58-64.
- Zhou Z, Robards K, Helliwell S, Blanchard C. 2003. Effect of rice storage on pasting properties of rice flour. *Food Res. Inter.* 36: 625-634.
- Zhou ZK, Robards K, Helliwell S, Blanchard C. 2002. Ageing of stored rice: Changes in chemical and physical attributes. *J. Cereal Sci.* 35: 65-78.

## Author Information

조영제: 국립식량과학원 전문연구원  
 천아름: 국립식량과학원 연구사  
 심은영: 국립식량과학원 연구사  
 박혜영: 국립식량과학원 연구사  
 광지은: 국립식량과학원 연구사  
 김미정: 국립식량과학원 연구관  
 이춘기: 국립식량과학원 연구관  
 전용희: 국립식량과학원 연구관