



Research Article

# Quality characteristics of muffins prepared with different types of rice flour

## 쌀가루의 종류를 달리하여 제조한 머핀의 품질 특성

Ji-Hye Chu<sup>1†</sup>, Jin-Hee Choi<sup>2†</sup>, Eun-Seong Go<sup>1</sup>, Hae-Yeon Choi<sup>1\*</sup>

추지혜<sup>1\*</sup> · 최진희<sup>2\*</sup> · 고은성<sup>1</sup> · 최해연<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Service Management and Nutrition, Kongju National University, Yesan 32439, Korea

<sup>2</sup>Department of Food Science and Nutrition, Daejin University, Pocheon 11159, Korea

<sup>1</sup>공주대학교 외식식품학과, <sup>2</sup>대진대학교 식품영양학과

**Abstract** The quality characteristics of muffins with different types of rice flour, such as soft flour (CON), soft rice flour (SRF), floury rice flour (FRF), and rice flour (RF) were assessed by using Image J program, which includes their particle size analysis, moisture content, pH, color, specific volume, baking loss rate, texture. (D[4, 3]) is weighted mean diameter, which is directly obtained in particle size measurements showed large values in the order of rice flour, floury rice flour, soft rice flour, and soft flour. The moisture content was high in the CON and SRF groups with small particle sizes. There was no significant difference in pH, L and b value. The a value was significantly low only in the RF group with large particle size. The smaller the particle size, the higher the specific volume and baking loss rate. Image J showed that the number of pores decreased when fewer smaller particles were the powder, but the pores were larger. Among the rice flours, the SRF group, excluding the CON group, scored high in all the acceptability elements. The results from this study can be used as basic data that can contribute to research on various rice-processed foods.

**Keywords** muffin, rice flour, particle size analysis, gluten free, Image J



**Citation:** Chu JH, Choi JH, Go ES, Choi HY. Quality characteristics of muffins prepared with different types of rice flour. Korean J Food Preserv, 30(4), 630-641 (2023)

**Received:** July 16, 2023  
**Revised:** August 09, 2023  
**Accepted:** August 10, 2023

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

**\*Corresponding author**  
 Hae-Yeon Choi  
 Tel: +82-41-330-1505  
 E-mail: prochoi@kongju.ac.kr

Copyright © 2023 The Korean Society of Food Preservation. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## 1. 서론

쌀(*Oryza Sativa* L.)은 밀, 옥수수과 함께 세계 3대 주요 곡물 중 하나로, 우리나라에서는 주식으로 소비되어왔으며 밥뿐만 아니라 떡류, 주류, 제면, 제과 및 제빵 등 다양한 가공식품에 이용되고 있다(Shin 등, 2017). 우리나라에서 쌀은 밀보다 자급률이 높으며, 필수아미노산 및 식이섬유 등을 함유하고 있어 영양학적으로 우수할 뿐만 아니라 글루텐을 함유하지 않아 낮은 알러젠 특성과 높은 소화율을 가진다(Marco와 Rosell, 2008; Seo 등, 2020). 그러나 사회적 환경의 변화, 식품산업의 발달, 간편식 및 외식 문화 정착 등에 따라 2013년 기준 67.2 kg이었던 연간 1인 쌀 소비량이 2022년도에는 56.7 kg으로 약 16% 정도 감소되었으며, 앞으로도 쌀의 소비량은 더욱 줄어들 것으로 예상된다(KOSIS, 2023). 따라서 정부에서는 쌀 소비량 감소를

해결하기 위해 다양한 정책을 추진하고 있는데, 쌀 가공산업 육성 및 쌀 이용 계획을 수립하여 산업혁신 기반 강화와 쌀 가공식품 유망 제품을 발굴하는 등의 정책을 추진할 것이라고 보고하였다(Atfis, 2023).

한편 1인 쌀 소비량의 감소 추세와는 반대로, 건강을 위하여 밀가루 섭취를 줄이려고 노력하거나 글루텐프리 식품을 찾는 소비자들이 증가하고 있어, 쌀 가공식품 제조 시 사용되는 쌀 소비량은 10년 전보다 약 23% 상승하였다(KOSIS, 2023). 이와 같이 쌀 소비 형태가 취반용에서 가공용으로 변화하고 있기 때문에 가공용 쌀의 활용 및 연구는 쌀 소비량 감소 문제점을 해결할 수 있는 방안이 될 것으로 보인다(Ha 등, 2022; Joo와 Choi, 2016).

쌀을 가공용으로 이용하기 위해서는 쌀가루 형태로 분말화하여 사용하는데, 일반적으로 쌀은 밀에 비해 곡립 경도가 높아 대부분 수침 후 가공하는 습식제분을 통하여 떡류 가공에 이용하고 있다(Jun 등, 2008). 그러나 습식제분은 높은 수분함량을 가지기 때문에 저장 및 유통 과정이 번거롭다는 단점이 있다. 습식 쌀가루의 단점을 보완하기 위해 국내에서는 건식제분 전용 품종인 ‘수원542호’, ‘한가루’, ‘바로미2’ 등을 개발하였으며, 그중 ‘바로미2’는 연질배유를 지니는 ‘설갱’이나 ‘한가루’ 등의 품종보다 손상전분함량 및 곡립경도가 낮아 건식 쌀가루 제조 시 효율성이 우수한 가공용 쌀가루라고 보고되었다(Ha 등, 2022). 현재 시장에 가공용으로 유통되고 있는 쌀가루로는 박력쌀가루와 가루 멥쌀(건식) 등이 있는데, 박력쌀가루는 밀가루 대응제품으로 쌀가루의 입자크기가 균일하여 제과용으로 쓰이고 있으며, 가루멥쌀은 떡제조용으로 쓰이고 있다.

가공용 쌀가루를 이용하여 제조한 제품에 대한 선행연구로는 글루텐프리 쌀빵 제조방법의 최적화(Kim 등, 2019), 가루의 혼합비율에 따른 쌀 쿠키의 이화학적 특성(Seo 등, 2020), 쌀 품종에 따른 쿠키의 가공적성(Kang 등, 2016), 가공쌀분말 첨가 머핀(Kim 등, 2020), 고아미 가루 머핀(Kim과 Lee, 2011), 다양한 종류의 유색미로 제조한 머핀(Song 등, 2017), 제분 방법을 달리한 쌀 잉글리쉬 머핀의 품질 특성(Choi 등, 2015), 고단백 쌀가루를 활용 글루텐프리 머핀(Paz 등, 2020), 쌀가루 첨가량에 따른 자색고구마 머핀의 품질 특성(Park 등, 2012) 등이 보고되었다. 선

행연구의 식품모델 중 머핀은 스펀지와 같은 조직감을 가지며 우유나 달걀 등을 주원료로 하기에, 영양가가 높고 제조 방법 및 섭취가 간편하여 식사 대용이나 간식으로 많이 소비되는 대중적인 제품이며(Matoss 등, 2014), 제조 시 글루텐에 큰 영향을 받지 않아 부재료 첨가가 쉬우며 다양한 제품 변형이 가능하다(Park 등, 2012). 그러나 대부분의 머핀 선행연구에서는 부재료를 첨가하거나 쌀의 품종을 달리하였으며, 머핀과 같은 제과류에 적합한 가공용 쌀가루를 비교한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 쌀소비 증가의 일환인 가공용 쌀가루의 베이커리 가공적성을 비교하고자 시중에 유통되고 있는 제과용 쌀가루인 박력쌀가루, 가공용 건식쌀가루인 ‘바로미2’, 떡용 쌀가루인 가루멥쌀 등을 이용하여 머핀을 제조한 후, 이화학적 특성 및 품질 특성, 기호도 특성을 평가하여 가공용으로 적합한 쌀가루 연구에 기초자료를 제공하고자 하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 실험 재료

본 연구에서 사용한 가공용 쌀가루인 분질미(Baromi2, Serom Food, Icheon, Korea)는 새롬푸드에서 구입하여 사용하였으며, 제과용 쌀가루인 박력 쌀가루(Daedoo, Gunsan, Korea)와 떡용 쌀가루인 가루 멥쌀(Daedoo, Gunsan, Korea)은 햇쌀마루에서 구입하여 사용하였다. 박력분(soft flour, Daehan Flour Mills Co., Ltd., Incheon, Korea), 설탕(white sugar, Samyangsa, Seoul, Korea), 버터(butter, Lotte Food Co., Cheonan, Korea), 베이킹파우더(Sungjin Food, Gwangju, Korea), 계란(Seyang Co., Anseong, Korea), 우유(Seoul Milk, Seoul, Korea)는 예산 농협 하나로마트에서 구매하여 사용하였다.

### 2.2. 머핀 제조

가루를 달리하여 제조한 머핀의 배합 및 제조방법은 예비 실험을 통해 Table 1과 같은 배합비율에 따라 별립법으로 제조하였다. 버터를 60℃로 중탕시켜 녹인 후 반죽기(GF-0519H, M.Y.K Electrical Co., Dongguan, China)의 혼합볼에 계란 흰자를 넣고 3단으로 1분간 풀어준 후

**Table 1.** Formula for preparation of muffin

Ingredient (g)	Capacity			
	CON <sup>1)</sup>	SRF	FRF	RF
Soft flour (g)	150			
Soft rice flour (g)		150		
Floury rice flour (g)			150	
Rice flour (g)				150
Egg white (g)	70	70	70	70
Egg yolk (g)	30	30	30	30
Sugar (g)	100	100	100	100
Butter (g)	100	100	100	100
Milk (mL)	45	45	45	45
Salt (g)	2	2	2	2
Baking powder (g)	3	3	3	3
Total	500	500	500	500

<sup>1)</sup>CON, soft flour muffin; SRF, soft rice flour muffin; FRF, floury rice flour muffin; RF, rice flour muffin.

설탕을 3회에 나눠 첨가하며 3분간 혼합하여 머랭을 만들어 준다. 머랭에 노른자를 넣고 거품이 꺼지지 않도록 섞은 후, 녹인 버터에 머랭을 30 g 넣고 섞어준 후 분 반죽에 넣어 섞어준다. 체 친 가루(박력분, 박력 쌀가루, 분질미, 가루 멥쌀), 베이킹파우더를 넣고 주걱으로 가볍게 섞어준다. 우유를 넣고 섞은 후 찰주머니에 넣고 머핀 틀에 70 g씩 계량하여준다. 윗불 180℃, 아래불 170℃로 예열된 오븐(FDO-7103, Daeyung Bakery Machinery Co., Ltd., Seoul, Korea)에서 25분간 구워 머핀을 완성하였으며 실온에서 1시간 방냉 후 시료로 사용하였다.

### 2.3. 품질특성 측정

#### 2.3.1. 입도 분석

머핀 제조에 사용된 쌀가루의 입도분포는 레이저 회절 입도분석기(Mastersizer 3000, Malvern Instrument Ltd., Malvern, England)로 측정하였고, ethanol을 분산용매로 사용하였다. 측정 항목은 D[4, 3], Dv10, Dv50, Dv90을 측정하였고, span은 아래의 식으로 계산하였다. Laser obscuration은 9% 내외로 맞춘 뒤 5회 반복 측정하여 평균 입자크기( $\mu\text{m}$ )를 구하였다.

$$\text{Span} = \frac{(Dv90 - Dv10)}{Dv50}$$

#### 2.3.2. 수분 함량 측정

머핀의 수분함량은 시료의 중심부에서 시료 0.5 g을 취하여 수분 분석기(MJ33, Mettler Toledo, Zurich, Switzerland)로 측정하였으며, 시료를 각각 5회 반복하여 평균값±표준편차로 나타내었다.

#### 2.3.3. pH 및 색도 측정

머핀의 pH는 내부(crumb)에서 채취한 시료 5 g과 증류수 45 mL를 혼합 후, 분쇄기(BL642KR, Hai Xin Technology Co., Ltd., Schenzhen, China)로 40초간 분쇄 후 paper filter(Whatman No. 2, Whatman Ltd., Piscataway, NJ, USA)로 여과하였다. pH meter(FEP-20, Mettler Toledo, Zurich, Switzerland)를 이용하여 측정하였으며 5회 반복하여 평균값±표준편차로 나타내었다. 머핀의 색도는 머핀의 윗부분(crust)을 colormeter(CR-400, Konica Minolta Co., Osaka, Japan)로 측정하였고, L값(lightness), a값(+red/-green), b값(+yellow/-blue)을 나타내었다. 사용한 표준 백색판(standard white surface)은 L=93.52, a=-0.37, b=4.12였으며, 실험은 각각 20회 반복 측정하여 평균값±표준편차로 나타내었다.

#### 2.3.4. 중량, 부피, 비용적 및 굽기 손실률 측정

머핀의 중량은 머핀을 구운 후 실온에서 1시간 방냉한 다음 측정하였으며, 부피는 종자치환법으로 측정하였다. 비용적은 머핀의 부피와 중량을 이용하여 다음 식으로 측정하였으며, 굽기 손실률은 굽기 전 반죽의 중량, 구운 후 머핀의 중량을 이용하여 다음 식으로 측정하였다. 비용적 및 굽기 손실률은 모두 5회 반복 측정하여 평균값±표준편차로 나타내었다.

$$\text{Specific volume (mL/g)} = \frac{\text{Volume (mL)}}{\text{Weight (g)}} \times 100$$

$$\text{Baking loss rate (\%)} =$$

$$\frac{(\text{Batter weight} - \text{Muffin weight})}{\text{Batter weight}} \times 100$$

**2.3.5. 조직감 측정**

머핀의 조직감은 머핀의 크기를 2×2×2 cm<sup>3</sup>로 잘라 밀봉 polyethylene 포장재에 보관하며 수분 증발을 막고, Table 2의 조건으로 Texture Analyser(TA-XT2, Stable Micro System Ltd., Haslemerd, UK)를 이용하여 측정하였다. 측정항목은 경도(hardness), 탄력성(springiness), 부착성(adhesiveness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness), 겹성(gumminess)을 각각 20회 반복 측정하여 평균값±표준편차로 나타내었다.

**2.3.6. 머핀의 단면 및 기공 관찰**

머핀의 단면 및 기공 관찰은 Kim 등(2022)의 방법을 참고하여 측정하였다. 기공의 개수 및 크기는 머핀의 횡단면이 보이도록 잘라 복합기(CLX-3185FW, Samsung, Suwon, Korea)를 이용하여 해상도 500 dpi로 스캔 후 700×700 pixel로 편집해 Image J 프로그램(Image J, National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA)으로 기공 개수 및 크기를 각각 5회 반복 측정하여 분석하였다.

**2.3.7. 관능평가**

머핀의 관능평가는 일반인을 대상으로 30명을 선정하여 실험목적 및 평가항목에 대한 사전교육 후 관능평가를 진행하였다. 관능평가에 사용된 시료는 제조 후 실온에서 1시간

동안 방냉하여 일정한 크기의 정육면체 모양(2×2×2 cm<sup>3</sup>)으로 잘라 백색 polyethylene 접시에 3자리 난수표를 표시하여 제공하였다. 기호도 평가 항목으로는 외관, 색, 향, 맛, 조직감, 전반적인 기호도를 7점 척도법(1점: 매우 싫어한다, 7점: 매우 좋아한다)을 이용하여 기호도가 좋을수록 높은 점수로 평가하게 하였다. 특성 강도 평가는 삼킨 후 입안에 남는 입자 느낌을 7점 척도법(1점: 아주 약하다, 7점: 아주 강하다)을 이용하여 관능적 특성 강도가 높을수록 높은 점수로 평가하게 하였다. 본 연구에서 진행된 관능평가는 공주대학교 생명윤리위원회의 승인을 받았으며, 규정에 따라 실행하였다(Approval Number: IRB\_2023-04).

**2.3.8. 통계처리**

머핀의 통계분석은 IBM SPSS Statistics(Ver 25.0, SPSS Institute Inc., IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 이용하여 평균값±표준편차로 나타내었다. 시료 간의 유의차는 일원 배치 분산분석(ANOVA) 검정 수행 후 Duncan's multiple range test를 이용하여 p<0.05 수준에서 유의성을 검정하였다.

**3. 결과 및 고찰**

**3.1. 품질 특성**

**3.1.1. 입도**

쌀가루의 종류를 달리하여 제조한 머핀에 사용한 박력분(soft flour), 박력쌀가루(soft rice flour), 분질미(floury rice flour), 가루멧쌀(rice flour)의 입자크기를 측정한 결과는 Table 3과 Fig. 1에 나타내었다. 입도는 입자 체적의 평균 직경(D[4, 3])과 시료 부피 10%, 50%, 90%에 해당하는 입자크기, 입자들의 분포 폭(span)을 나타내었다. D[4, 3]은 박력쌀가루, 분질미, 가루멧쌀이 각각 53.49, 84.94, 249.20 μm로 나타나 박력쌀가루가 가장 작고 가루멧쌀이 가장 크게 나타났으며, 박력분은 44.79 μm로 나타났다 (p<0.001). 입자의 평균 직경인 Dv50은 박력쌀가루, 분질미, 가루멧쌀이 각각 40.01, 36.85, 208.13 μm로 나타나 분질미의 평균 직경이 가장 작고 가루멧쌀의 평균 직경이 가장 크게 나타났으며, 박력분은 33.52 μm로 나타났다 (p<0.001). Span은 박력쌀가루, 분질미, 가루멧쌀이 각각

**Table 2.** Conditions for measuring texture properties of muffins using texture analyzer

Measurement	Value
Deformation	70%
Trigger force	5.0 g
Load cell	5.0 kg
Post-test speed	1.0 mm/s
Pre-test speed	2.0 mm/s
Test speed	1.0 mm/s
Plunger diameter	75 mm <sup>‡</sup>

**Table 3.** Particle size of different types of rice flour

Item		Soft flour	Soft rice flour	Floury rice flour	Rice flour	F-value
Particle size <sup>1)</sup> ( $\mu\text{m}$ )	Dv10	11.45±0.17 <sup>c2)</sup>	15.72±0.13 <sup>b</sup>	7.78±0.25 <sup>d</sup>	25.89±2.55 <sup>a</sup>	554.100 <sup>***3)</sup>
	Dv50	33.52±0.15 <sup>b</sup>	40.01±0.91 <sup>b</sup>	36.85±3.78 <sup>b</sup>	208.13±17.37 <sup>a</sup>	1,390.597 <sup>***</sup>
	Dv90	95.69±2.37 <sup>c</sup>	96.87±11.01 <sup>c</sup>	168.87±76.54 <sup>b</sup>	535.80±71.71 <sup>a</sup>	238.849 <sup>***</sup>
	D[4,3]	44.79±0.72 <sup>c</sup>	53.49±10.32 <sup>c</sup>	84.94±57.72 <sup>b</sup>	249.20±28.22 <sup>a</sup>	129.579 <sup>***</sup>
	Span <sup>4)</sup>	2.51±0.07 <sup>b</sup>	2.02±0.22 <sup>b</sup>	4.24±1.43 <sup>a</sup>	2.44±0.15 <sup>b</sup>	27.100 <sup>***</sup>

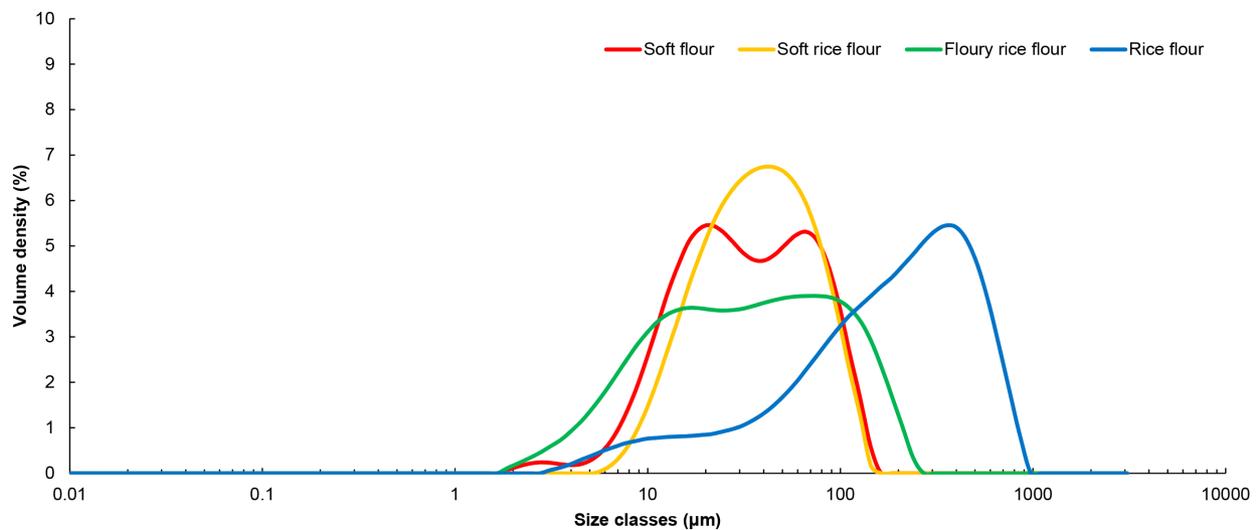
<sup>1)</sup>D[4, 3], volume moment mean; Dv10, Dv50, and Dv90, the measured diameters below which 10%, 50%, and 90% of the particle population lies, on the basis of volume.

<sup>2)</sup>Values are mean±SD (n=5).

<sup>3)</sup> $p < 0.001$ .

<sup>4)</sup>Defines the width of the particle size distribution and is equal to (Dv90 - Dv10) / Dv50.

<sup>a-d)</sup>Means with different letters within the same row are significantly different by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).



**Fig. 1.** Graph of the results by the Mastersizer 3000 with data indicating the particle size of the powder used for making muffins.

2.02, 4.24, 2.44로 나타났으며, 박력분은 2.51로 나타났 다( $p < 0.001$ ). 입자들의 분포 폭의 값이 낮을수록 입자의 균 일함을 나타내는데(Tak과 Jung, 2022), 본 연구에서는 박 력쌀가루의 span이 가장 낮게 나타났고 이는 균질화가 가 장 잘 이루어졌기 때문에 균일한 크기의 입자를 나타내었다 고 생각되며, 가장 높은 span을 나타낸 분질미는 수침과정 을 거치지 않는 건식제분으로 입도의 균일성이 낮아져 가장 큰 값을 나타내었다고 사료된다. 쌀가루를 이용하여 제조하 는 제품에서 가루의 입자크기는 반죽 및 최종제품 특성에 큰 영향을 미치는 중요한 요인으로(Hera 등, 2013) 입자 크기의 감소는 기공벽의 두께를 감소시킨 것을 알 수 있는

데, 얇은 기공벽은 매끄러운 질감을 만드는 데 도움을 주기 때문에 일반적으로 작은 입자는 쌀가루 제품에서 바람직한 특성이라고 할 수 있다.

### 3.1.2. 수분 함량

쌀가루의 종류를 달리하여 제조한 머핀의 수분함량을 측 정한 결과는 Table 4에 나타내었다. 머핀에 사용되는 쌀가 루는 제과용 쌀가루인 박력쌀가루(soft rice flour, SRF), 가공용 쌀가루인 분질미(floury rice flour, FRF), 떡용 쌀 가루인 가루멧쌀(rice flour, RF)을 사용하였고, 박력분 (soft flour, CON)을 대조군으로 하여 머핀의 수분함량 차

**Table 4.** Moisture contents, pH, color values, specific volume, baking loss rate of muffins with different types of rice flour

Item	CON <sup>1)</sup>	SRF	FRF	RF	F-value	
Moisture contents (%)	34.37±0.92 <sup>a2)</sup>	33.87±0.79 <sup>ab</sup>	32.74±0.69 <sup>b</sup>	32.96±0.92 <sup>b</sup>	4.183 <sup>3)</sup>	
pH	8.69±0.02	8.68±0.03	8.67±0.01	8.70±0.01	1.735	
Color values	L	71.36±2.00	71.37±1.22	71.36±1.81	72.26±1.98	1.902
	a	8.90±1.43 <sup>a</sup>	8.86±0.78 <sup>a</sup>	8.57±1.33 <sup>a</sup>	6.23±1.41 <sup>b</sup>	30.894 <sup>***</sup>
	b	29.18±1.00	29.14±1.10	29.24±1.01	29.52±1.21	0.777
Specific volume (mL/g)	2.98±0.03 <sup>a</sup>	2.74±0.12 <sup>b</sup>	2.43±0.06 <sup>c</sup>	2.07±0.07 <sup>d</sup>	162.869 <sup>***</sup>	
Baking loss rate (%)	11.49±0.65	11.27±1.53	10.71±0.50	10.09±0.47	2.910	

<sup>1)</sup>CON, soft flour muffin; SRF, soft rice flour muffin; FRF, floury rice flour muffin; RF, rice flour muffin.

<sup>2)</sup>Values are mean±SD (n≥5).

<sup>3)</sup>p<0.05, \*\*\*p<0.001.

<sup>a-d</sup>Means with different letters within the same row are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

이를 비교하였다. 박력쌀가루는 밀가루 대응제품으로 입자크기가 균일하여 제과용으로 많이 사용되며, 분질미는 곡립경도가 낮아 건식 쌀가루 제분용으로 유리하며, 가루몹쌀은 떡 제조용으로 많이 사용된다. SRF, FRF, RF는 각각 33.87%, 32.74%, 32.96%로 SRF군의 수분함량이 가장 높고, FRF군의 수분함량이 가장 낮게 나타났으며, CON군의 수분함량은 34.37%로 나타났다(p<0.05). 머핀 제조에 사용된 가루의 수분함량은 박력쌀가루, 분질미, 가루몹쌀이 각각 10.73%, 8.47%, 10%로 나타났으며, 박력분은 12%로 나타났다. 수분함량이란 시료와 수분 간의 친화성을 나타내며 이때 결합된 물은 시료의 입자 또는 표면에 흡수되는데 (Jeong 등, 2013; Jung과 Kang, 2011), 본 연구에서는 가루의 수분함량이 높을수록 머핀의 수분함량이 높게 나타나 가루의 수분함량이 머핀에 영향을 미쳤다고 사료된다.

### 3.1.3. pH 및 색도

쌀가루의 종류를 달리하여 제조한 머핀의 pH 및 색도의 측정 결과를 Table 4에 나타내었다. 머핀의 pH는 SRF, FRF, RF가 각각 8.68, 8.67, 8.70으로 유의적인 차이를 나타내지 않았으며, CON군은 8.69로 나타냈다(p>0.05). Lee 등(2019)의 쌀가루 면 연구에서는 밀가루만 쌀가루로 바꿔 제조하였을 때 pH가 유의적인 차이를 나타내지 않아 쌀가루가 pH에 영향을 미치지 않는다고 보고하였는데, 본 연구에서도 머핀 제조 시 첨가된 재료에서 가루만 달리하였기 때문에 pH에서 유의적인 차이를 나타내지 않았다고 사

료된다. 머핀의 색도에서 명도를 나타내는 L값은 SRF, FRF, RF가 각각 71.37, 71.36, 72.26으로 유의적인 차이를 나타내지 않았으며, CON군은 71.36으로 나타냈다(p>0.05). 적색도를 나타내는 a값은 SRF, FRF, RF가 각각 8.86, 8.57, 6.23으로 RF군이 가장 낮게, SRF군이 가장 높게 나타났으며, CON군은 8.90으로 나타냈다(p<0.001). 황색도를 나타내는 b값은 SRF, FRF, RF가 각각 29.14, 29.24, 29.52로 유의적인 차이를 나타내지 않았으며, CON군은 29.18로 나타내었다(p>0.05). 제과류의 색은 첨가되는 유지, 계란, 설탕 등의 부재료와 굽는 과정에서 발생하는 메일라드 및 카라멜 반응에 영향을 받는다(Kim과 Lee, 2011; Lee 등, 2007). 하지만 본 연구에서는 머핀 제조 시 첨가된 재료의 총량 및 굽는 과정을 동일하게 진행하였고, 가루의 종류만 달리하였기 때문에 머핀의 L값과 b값이 유의적인 차이를 나타내지 않았다고 사료된다. 색도 중 RF군만 a값이 낮게 나타났는데, Qin 등(2021)의 쌀빵연구에 따르면 가루의 입자크기가 색도에 영향을 미친다고 보고하였기 때문에 큰 입자크기가 a값에 영향을 미쳤다고 사료된다.

### 3.1.4. 비용적 및 굽기손실을

쌀가루의 종류를 달리하여 제조한 머핀의 비용적 및 굽기손실을 측정 결과를 Table 4에 나타내었다. 머핀의 비용적 손실은 SRF, FRF, RF가 각각 2.74, 2.43, 2.07 mL/g으로 측정되었으며, CON군은 2.98 mL/g으로 측정되었다(p<0.001).

쌀가루로 제조된 머핀은 호화된 전분이 뭉쳐서 머핀의 주요 구조를 형성하는데, 이때 입자크기가 호화에 영향을 미친다. 큰 입자의 쌀가루는 전분이 호화가 진행되기 위해 오랜 시간과 높은 온도를 필요로 하기에 작은 부피와 내부에 균일하지 못한 기공을 가지게 된다(Kang 등, 2014; Qin 등, 2021). 쌀가루의 입자가 작을수록 표면적이 넓기 때문에 수화되기 쉬워 전분의 호화과정이 빠르게 진행되는데 이는 큰 부피를 형성하는 데 영향을 미친다(Choi 등, 2015). Qin 등(2021)의 쌀빵 연구에서는 큰 입자를 가진 쌀가루는 비교적 호화가 어려워 쌀의 팽윤을 제한하기 때문에 입자 크기가 클수록 부피가 감소하였다고 보고하였고, Park 등(2008)의 쌀빵 연구에서도 쌀가루의 입자 크기가 반죽의 팽화력에 영향을 미쳐 입자 크기가 작은 쌀가루는 부피가 크게 제조된다고 보고하였다. 본 연구에서도 쌀가루의 입자 크기가 작을수록 비용적이 크게 나타난 것을 보아 쌀가루의 입자 크기는 비용적에 영향을 미쳤다고 사료된다. 머핀의 굽기손실률은 SRF, FRF, RF가 각각 11.27%, 10.71%, 10.09%로 나타났고 유의적인 차이는 나타나지 않았으며, CON군은 11.49%로 나타났다( $p>0.05$ ). 굽기손실률이란 머핀을 굽는 동안 가해지는 열에 의해 빠져나가는 수증기의 손실을 의미하며, 이는 구조적 변형 및 저장수명 저하에 관여하지만 수분 보유량이 충분하다면 수증기에 의한 팽창은 부피를 증가시키고 수분감을 부여한다고 보고하였다(Lim 등, 2010). Shin(2015)의 연구에서는 글루텐을 함유하지 않는 분말을 첨가하여 제과를 제조한다면 조직 팽창이 억제되어 수분증발이 잘 이루어지지 않기 때문에 굽기손실률이 감소하게 된

다고 보고하였고, Hwang과 An(2020)의 당밀 머핀 연구에서는 굽기손실률이 증가할수록 머핀의 무게가 적어지는 상관관계를 보인다고 보고하였다. 본 연구에서 대조군에 비해 쌀가루군의 굽기손실률이 낮게 측정되고 굽기손실률이 증가할수록 머핀의 무게가 감소하였는데, 쌀가루 입자 크기의 영향을 받아 쌀가루군의 비용적 및 굽기손실률이 낮게 측정되었다고 사료된다.

### 3.1.5. 조직감

쌀가루의 종류를 달리하여 제조한 머핀의 조직감 측정 결과를 Table 5에 나타내었다. 머핀의 경도(hardness)는 SRF, FRF, RF가 각각 866.87, 1,309.18, 1,609.20 g으로 측정되었으며, CON군에서는 943.58 g으로 나타났다( $p<0.001$ ). Park 등(2008)의 쌀빵 연구에서는 입자크기가 작은 쌀가루일수록 경도가 낮아진다고 보고하였고, 베이커리류는 비용적이 클수록 기공이 크고 조직이 부드러운 반면, 비용적이 작을수록 기공이 치밀해져 경도가 증가한다고 보고하였다(Kim과 Chun, 2008). Jung과 Cho(2011)의 현미 머핀 연구에서도 비용적이 낮으면 조직이 단단하여 경도가 높게 측정된다고 나타났고, Park 등(2008)의 식빵 연구에서도 입자가 고운 쌀가루는 밀가루를 사용하여 제조한 식빵보다는 경도가 높지만, 쌀가루의 입자가 작을수록 경도가 낮아진다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서는 입자의 크기가 작을수록 비용적 및 기공의 발달로 조직이 부드럽기 때문에 경도가 낮아지는 것으로 사료된다. 부착성(adhesiveness)은 CON, SRF, FRF, RF가 각각 -2.34, -10.33, -6.35,

**Table 5.** Texture analysis of muffin with different types of rice flour

Item	CON <sup>1)</sup>	SRF	FRF	RF	F-value
Hardness (g)	943.58±112.37 <sup>2)</sup>	866.87±146.00 <sup>c</sup>	1,309.18±140.17 <sup>b</sup>	1,609.20±165.56 <sup>a</sup>	141.312 <sup>3)</sup>
Adhesiveness (J/cm)	-2.34±1.42 <sup>a</sup>	-10.33±8.20 <sup>c</sup>	-6.35±3.31 <sup>b</sup>	-7.35±6.74 <sup>bc</sup>	6.597 <sup>***</sup>
Springiness	0.88±0.04 <sup>bc</sup>	0.90±0.01 <sup>a</sup>	0.88±0.01 <sup>b</sup>	0.87±0.01 <sup>c</sup>	11.319 <sup>***</sup>
Cohesiveness	0.58±0.01 <sup>b</sup>	0.63±0.01 <sup>a</sup>	0.58±0.01 <sup>b</sup>	0.54±0.01 <sup>c</sup>	293.698 <sup>***</sup>
Gumminess (N)	545.78±65.60 <sup>c</sup>	546.27±86.88 <sup>c</sup>	760.92±82.99 <sup>b</sup>	871.80±93.99 <sup>a</sup>	91.445 <sup>***</sup>
Chewiness (N · mm)	478.84±64.93 <sup>c</sup>	493.48±76.88 <sup>c</sup>	670.11±72.49 <sup>b</sup>	753.93±77.27 <sup>a</sup>	82.520 <sup>***</sup>

<sup>1)</sup>CON, soft flour muffin; SRF, soft rice flour muffin; FRF, floury rice flour muffin; RF, rice flour muffin.

<sup>2)</sup>Values are mean±SD (n=20).

<sup>3)</sup>\*\*\*p<0.001.

<sup>a-d</sup>Means with different letters within the same row are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

-7.35 J/cm로 측정되었고( $p < 0.001$ ), 씹을 때 반동되는 느낌인 탄력성(springiness)은 CON, SRF, FRF, RF가 각각 0.88, 0.90, 0.88, 0.87( $p < 0.001$ ), 내부의 결합력을 나타내는 응집성(cohesiveness)은 CON, SRF, FRF, RF가 각각 0.58, 0.63, 0.58, 0.54로 측정되었다( $p < 0.001$ ). 겹섬성(gumminess)은 CON, SRF, FRF, RF가 각각 545.78, 546.27, 760.92, 871.80 N으로( $p < 0.001$ ), 씹힘성(chewiness)은 CON, SRF, FRF, RF가 각각 478.84, 493.48, 670.11, 753.93 N·mm으로 측정되었다( $p < 0.001$ ). 본 연구에서는 쌀가루 입자의 크기가 작을수록 머핀의 겹섬성과 씹힘성은 낮게 측정되었는데, 고아미 머핀 연구(Kim과 Lee, 2011), 쌀가루 품질 특성 연구(Kown 등, 2019) 등에서도 쌀가루 입자의 크기가 작을수록 머핀의 겹섬성 및 씹힘성이 낮다고 보고하여 본 연구와 같은 경향을 나타내었다. 식품의 조직감은 주재료의 종류, 배합비, 조리방법 등 다양한 요인에 영향을 받는데 그중 쌀가루의 입자크기는 쌀 가공제품의 품질에 영향을 준다고 보고되었으며(Kown 등, 2019), 본 연구에서도 머핀의 주재료인 밀가루를 쌀가루로 대체하였기 때문에 가루의 입자 크기가 조직감에 영향을 주

었다고 사료된다.

### 3.1.6. 단면 및 기공 관찰

쌀가루의 종류를 달리하여 제조한 머핀의 외관과 스캔한 나타낸 단면 사진은 Fig. 2와 Fig. 3에, 기공 분석 결과는 Fig. 4와 Fig. 5에 나타내었다. 기공 수 측정 결과는 SRF, FRF, RF가 각각 481.57, 565.33, 777.33개로 SRF군이 가장 적게 RF군이 가장 많이 측정되었으며, CON군은 286.33개로 측정되었다( $p < 0.05$ ). 기공 크기 측정 결과는 SRF, FRF, RF가 각각 0.34, 0.30, 0.29 mm<sup>2</sup>으로 SRF군



Fig. 2. Overall view of muffins made with different type of rice flour. CON, soft flour muffin; SRF, soft rice flour muffin; FRF, floury rice flour muffin; RF, rice flour muffin.

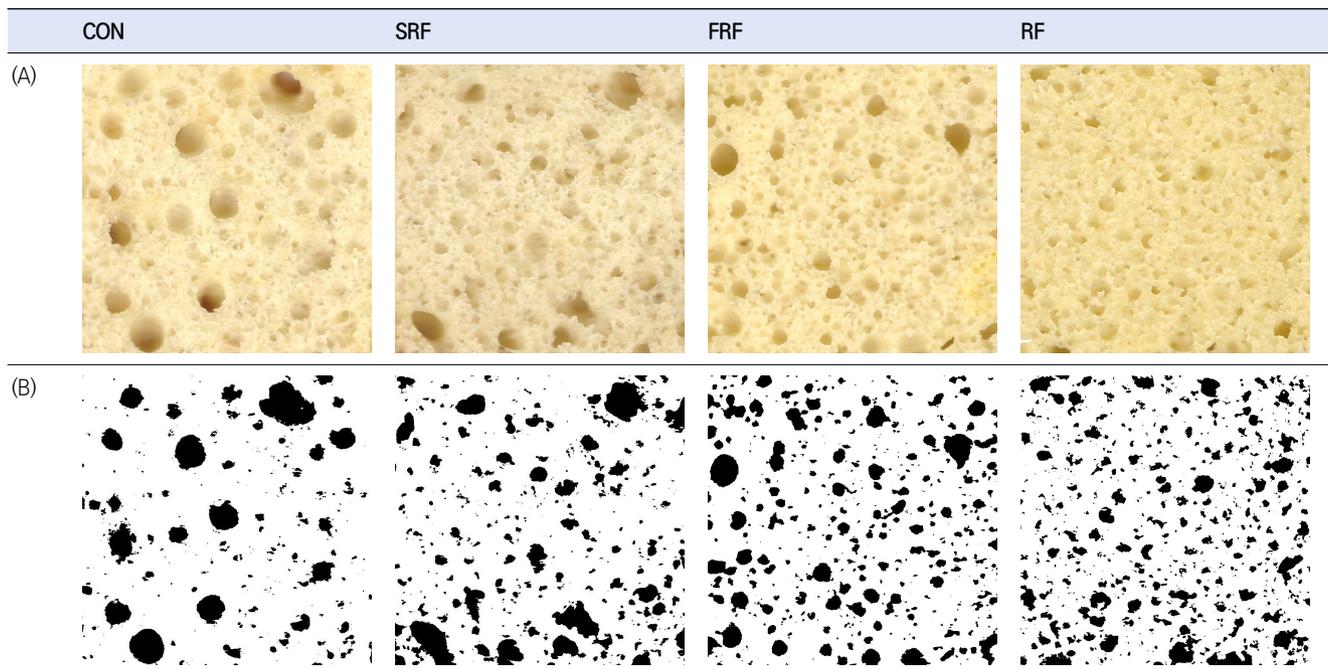
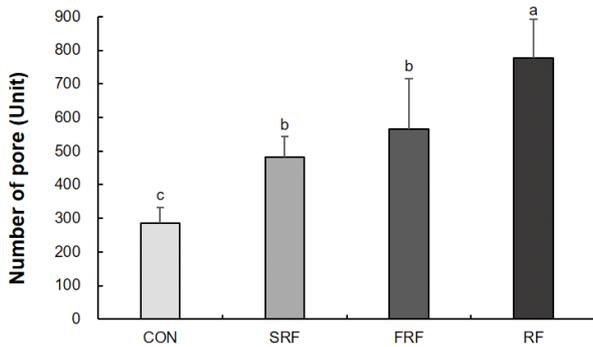
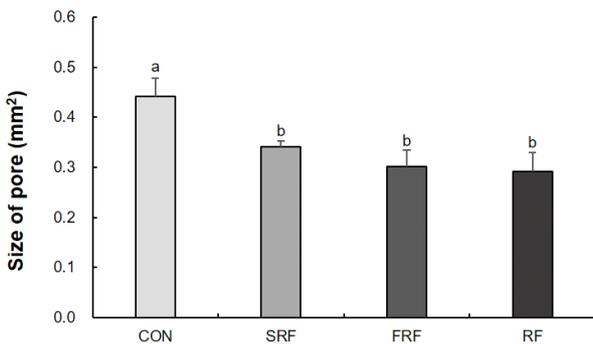


Fig. 3. Appearance of cross-section on muffins with different types of rice flour. CON, soft flour muffin; SRF, soft rice flour muffin; FRF, floury rice flour muffin; RF, rice flour muffin. (A) Scanned images of cross-section on muffins. (B) Binarized images of muffins by Image J program.



**Fig. 4.** The pore number of muffins with different types of rice flour. CON, soft flour muffin; SRF, soft rice flour muffin; FRF, floury rice flour muffin; RF, rice flour muffin. Different letters (a-c) in the figure indicate significant difference by Duncan's range test ( $p < 0.05$ ).



**Fig. 5.** The pore size of muffins with different types of rice flour. CON, soft flour muffin; SRF, soft rice flour muffin; FRF, floury rice flour muffin; RF, rice flour muffin. Different letters (a-b) in the figure indicate significant difference by Duncan's range test ( $p < 0.05$ ).

이 가장 크게, RF군이 가장 작게 측정되었으며, CON군은  $0.44 \text{ mm}^2$ 으로 측정되었다( $p < 0.05$ ). 전분 식품에서 미세 구조가 형성되는 이유는 가열 시 단백질 변성 및 전분의 호화에 의해 발생하고, 단백질과 전분의 상호 작용은 반죽의 점탄성을 증가시켜 기포 안정성을 줄 수 있다고 보고하였다 (Park 등, 2021). 머핀의 비용적은 굽는 과정에서 형성되는 기포 안정성에 따라 달라지는데, 전분의 호화가 진행될 때 큰 입자의 쌀가루는 오랜 시간과 높은 온도를 필요로 하기에 작은 부피 및 균일하지 못한 기공을 가지게 된다고 보고 하였다(Kang 등, 2014). 본 연구에서도 가루의 입자크기가 클수록 기공 수는 많아지고 기공의 크기는 작아져 입도가

머핀의 기공 형성 및 비용적에 영향을 미쳤다고 사료되며, Kim 등(2023)의 쌀식빵 연구에서도 부피가 작을수록 기공의 조밀도가 높아지는 경향을 나타내어 본 연구와 유사한 결과를 보였다.

### 3.1.7. 관능평가

쌀가루의 종류를 달리하여 제조한 머핀의 관능평가 측정 결과를 Table 6에 나타내었다. 외관, 향, 맛, 조직감 및 전반적인 기호도는 쌀가루 중 SRF군이 각각 5.27, 4.57, 4.87, 5.07, 5.73으로 가장 높게 평가되었으며( $p < 0.05$ ), 색은 유의적인 차이를 나타내지 않았다( $p > 0.05$ ). 외관은 쌀가루 중 SRF군과 FRF, RF군이 유의적인 차이를 나타내었는데( $p < 0.01$ ), 이는 가루의 입자크기가 작은 SRF군이 머핀 내부의 기공을 고르게 형성하였고 비용적에 영향을 미쳤기 때문에 외관 점수에 유의적인 차이를 나타내었다고 사료된다( $p < 0.01$ ). 식품의 색은 소비자 기호도에 영향을 미치는 특성 중 하나로, Paz 등(2020)의 글루텐 프리 머핀 연구에서는 제품의 색상이 눈에 띄게 변화한다면 기호도 측면에서 부정적인 영향을 미친다고 보고하였고, Singh 등(2015)의 글루텐 프리 머핀 연구에서는 머핀은 L값이 낮을수록 진한 색을 나타내며 이는 소비자 기호도에 긍정적인 영향을 미친다고 보고하였다. 본 연구에서는 색의 기호도 평가 결과 유의적인 차이를 나타내지 않았는데, 이러한 이유는 L값이 유의적인 차이를 나타내지 않았기 때문이라고 사료된다. 향 및 맛은 쌀가루 중 FRF군이 낮게 나타났다( $p < 0.01$ ). 조직감은 쌀가루 중 SRF군이 유의적으로 높게 나타났다( $p < 0.01$ ). 조직감에 영향을 주는 요인에는 기공, 비용적, 입도크기 등이 있으며, 머핀 제조 시 충분한 크기의 기공이 형성된다면 제품의 부드러움에 영향을 미치는데, 본 연구에서는 쌀가루 중 SRF군의 작은 입자크기가 내부의 균일한 기공을 형성하였기 때문에 기호도에 영향을 미쳐 조직감 항목에서 높은 점수를 나타내었다고 사료된다. 전반적인 기호도는 쌀가루 중 외관, 색, 향, 맛, 조직감에서 높은 점수를 받은 SRF군이 유의적으로 높게 나타났다( $p < 0.001$ ). 특성 강도 검사에서 삼킨 후 입안에 남는 입자 느낌은 쌀가루의 입자크기가 클수록 높은 점수를 나타내었다( $p < 0.05$ ). 제과의 품질은 부피, 부드러운 촉감, 균일한 조직, 입안에서 좋은 느낌 및 향미를 가질 때 품질이 우수하다고 보고하였는데(Bae와 Jung,

**Table 6.** Sensory properties of muffins with different types of rice flour

Sample		CON <sup>1)</sup>	SRF	FRF	RF	F-value
Acceptability	Appearance	5.33±1.24 <sup>a2)</sup>	5.27±1.46 <sup>a</sup>	4.13±1.53 <sup>b</sup>	4.17±1.53 <sup>b</sup>	6.348 <sup>**3)</sup>
	Color	4.87±1.33	4.93±1.23	4.57±1.45	4.63±1.45	0.503
	Flavor	4.67±1.52 <sup>a</sup>	4.57±1.01 <sup>a</sup>	3.60±1.28 <sup>b</sup>	4.47±1.17 <sup>a</sup>	4.577 <sup>**</sup>
	Taste	4.67±1.27 <sup>a</sup>	4.87±1.43 <sup>a</sup>	3.30±1.37 <sup>b</sup>	4.43±1.25 <sup>a</sup>	8.298 <sup>***</sup>
	Texture	5.03±1.27 <sup>a</sup>	5.07±1.31 <sup>a</sup>	4.07±1.11 <sup>b</sup>	4.03±1.45 <sup>b</sup>	5.996 <sup>**</sup>
	Overall acceptability	4.93±1.28 <sup>b</sup>	5.73±1.62 <sup>a</sup>	2.97±1.40 <sup>c</sup>	4.67±1.35 <sup>b</sup>	20.207 <sup>***</sup>
Intensity	Particle feeling after swallowing	3.30±1.32 <sup>b</sup>	3.83±1.58 <sup>ab</sup>	4.43±1.52 <sup>a</sup>	4.47±1.41 <sup>a</sup>	4.330 <sup>**</sup>

Sensory scores were assessed on 7 point scale where 1=extremely weak or dislike, 7=extremely strong or like.

<sup>1)</sup>CON, soft flour muffin; SRF, soft rice flour muffin; FRF, floury rice flour muffin; RF, rice flour muffin.

<sup>2)</sup>Values are mean±SD (n=30).

<sup>3)</sup>\*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001.

<sup>a-c</sup>Means with different letters within the same row are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

2013), 본 연구에서는 쌀가루 중 SRF군이 모든 기호도 항목에서 높은 점수를 나타내었고, 이는 부드러운 조직감이 특징인 머핀에서 낮은 경도가 긍정적인 영향을 미쳐 SRF군이 쌀가루 머핀의 품질 및 기호도 특성에 가장 바람직한 것으로 사료된다.

#### 4. 요약

본 연구는 쌀소비량 증가의 일환인 가공용 쌀가루를 비교하고자, 시중에 유통되고 있는 박력쌀가루(SRF), 바로미 2(FRF), 가루멧쌀(RF)을 이용하여 머핀을 제조하여보고 박력분(CON)을 대조군으로 하여 품질 및 기호도 특성을 확인하였다. 품질 특성은 입도 분석, 수분함량, pH, 색도, 비용적, 굽기손실률, 조직감, Image J를 실시하였고, 관능적 특성을 평가하기 위해 기호도 및 특성 강도 검사를 진행하였다. 머핀에 사용된 쌀가루의 입자 체적의 평균 직경은 CON, SRF, FRF, RF가 각각 44.79, 53.49, 84.94, 249.20  $\mu\text{m}$ 로 나타났다. 쌀가루의 종류를 달리하여 제조한 머핀의 수분함량은 CON, SRF, RF, FRF순으로 나타났다. pH는 쌀가루의 종류에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았으며, 머핀의 L값과 b값은 유의적인 차이를 나타내지 않았으며, a값은 RF군만 유의적으로 낮게 나타내었다. 비용적 및 굽기손실률은 입자크기가 작을수록 높은 값을 나타내었다. 조직감은 입자크기가 작을수록 경도, 검성, 씹힘성이 감소하는 경향을 보였다. 단면 및 기공 관찰 결과 입자크기가 작을수록

기공 수는 적어지고 기공의 크기는 커져 조직감 및 비용적에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 기호도 평가 시 전반적인 기호도에서 SRF군이 가장 높은 점수를 나타내었다. 결론적으로 쌀가루 머핀 제조 시 박력쌀가루를 사용하여 제조하는 것은 품질 및 기호도 특성에서 가장 우수한 것으로 평가되었으며, 이러한 결과는 향후 쌀 소비 촉진을 위한 다양한 쌀 가공식품 연구에 기여할 수 있는 기초자료가 될 것이라고 생각된다.

#### Conflict of interests

The authors declare no potential conflicts of interest.

#### Author contributions

Conceptualization: Chu JH, Go ES. Methodology: Choi JH, Choi HY. Formal analysis: Chu JH, Go ES. Validation: Choi JH. Writing - original draft: Chu JH. Writing - review & editing: Choi JH, Choi HY.

#### Ethics approval

This research was approved by Kongju national university Institutional Review Board (KNU\_IRB\_2023-04).

#### ORCID

Ji-Hye Chu (First author)

<https://orcid.org/0000-0002-7664-6903>

Jin-Hee Choi (First author)  
<https://orcid.org/0000-0001-9337-9272>  
 Eun-Seong Go  
<https://orcid.org/0000-0003-1649-4060>  
 Hae-Yeon Choi (Corresponding author)  
<https://orcid.org/0000-0003-4569-7924>

## References

- Bae JH, Jung IC. Quality characteristics of muffin added with buckwheat powder. *J East Asian Soc Dietary Life*, 23, 430-436 (2013)
- Choi OJ, Shim KH, Ma EB, Lee S, Son KS, Jung HN. Quality characteristics of english muffin with powdered soft and hard type rice flour by different grinding methods. *Korean J Food Cook Sci*, 31, 544-550 (2015)
- Ha SK, Kim BK, Hwang WH, Mo YJ, Jeong JM, Lee DK, Kim WJ, Kim JJ, Jeung JU. Early maturing rice variety “Baromi2” with a floury endosperm and suitable for dry-milling of rice grain. *Korean J Breed Sci*, 54, 433-441 (2022)
- Hera E, Martinez M, Gomez M. Influence of flour particle size on quality of gluten-free rice bread. *LWT-Food Sci Technol*, 54, 199-206 (2013)
- Hwang YK, An HL. Quality characteristics of muffins with molasses. *Culi Sci Hos Res*, 26, 56-66 (2020)
- Jeong EJ, Kim KP, Bang BH. Quality characteristics of cookies added with Hongkuk powder. *Korean J Food Nutr*, 26, 177-183 (2013)
- Joo SY, Choi HY. Quality characteristics of cabbage rice nutritional bars made with varying ratios of cabbage powder. *Korean J Food Cook Sci*, 32, 441-448 (2016)
- Jun HI, Yang EJ, Kim YS, Song GS. Effect of dry and wet millings on physicochemical properties of black rice flours. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 37, 900-907 (2008)
- Jung S, Kang WW. Quality characteristics of cookies prepared with flour partly substituted by used coffee grounds. *Korean J Food Preserv*, 18, 33-38 (2011)
- Kang TY, Choi E, Jo HY, Yoon MR, Lee JS, Ko S. Effects of rice flour particle size on quality of gluten-free rice bread. *Food Eng Prog*, 18, 319-324 (2014)
- Kang TY, Jo HE, Sohn KH, Yoon MR, Lee JS, Lee S, Ko S. Effect of rice variety on the processability for preparing rice cookies. *Korean J Food Sci Technol*, 48, 492-495 (2016)
- Kim EJ. Quality characteristics of white pan bread made with durum wheat semolina. *Culi Sci Hos Res*, 29, 48-60 (2023)
- Kim HA, Lee KH. A study on the quality of muffins made with goami powder of different particle sizes. *J East Asian Soc Dietary Life*, 21, 553-562 (2011)
- Kim JS, Choi JH, Choi HY. Quality characteristics of *Jeungpyun* with different amount of *Makgeolli*. *Korean J Food Sci Technol*, 54, 196-202 (2022)
- Kim MY, Chun SS. Effects of sourdough on the quality characteristics of rye-wheat mixed bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 37, 625-632 (2008)
- Kim WM, Yoon KH, Lee GH. Properties of gluten-free rice muffins with added processed rice flour. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 49, 502-510 (2020)
- Korean Agro-Fisheries & Food Trade Corporation. Available from: <http://www.atfis.or.kr>. Accessed Jul. 10, 2023.
- Korean Stastical Information Service. Available from: [https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT\\_1ED0001&vw\\_cd=MT\\_ZTITLE&list\\_id=F14\\_10&scrId=&seqNo=&lang\\_mode=ko&obj\\_var\\_id=&itm\\_id=&conn\\_path=MT\\_ZTITLE&path=%252FstatisticsList%252FstatisticsListIndex.do](https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1ED0001&vw_cd=MT_ZTITLE&list_id=F14_10&scrId=&seqNo=&lang_mode=ko&obj_var_id=&itm_id=&conn_path=MT_ZTITLE&path=%252FstatisticsList%252FstatisticsListIndex.do). Accessed Jul. 10, 2023.
- Kwon SB, Kwon HJ, Lim JG, Park JS. Comparison of quality characteristics by rice powder particle size. *Culi Sci Hos Res*, 25, 63-71 (2019)
- Lee JG, Jeong GA, Jeong JY, Lee CJ. Quality characteristics of noodles supplemented with

- rice flour and shell powder. Korean J Food Sci Technol, 51, 221-226 (2019)
- Lee SJ, Shin JH, Choi DJ, Kwon OC. Quality characteristics of cookies prepared with fresh and steamed garlic powders. J Korean Soc Food Sci Nutr, 36, 1048-1054 (2007)
- Lim EJ, Lee HS, Lee YH. Physical and sensory characteristics of sponge cake with added broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica* Plenck) powder. J East Asian Soc Dietary Life, 20, 873-880 (2010)
- Marco C, Rosell CM. Bread making performance of protein enriched gluten-free breads. Eur Food Res Technol, 227, 1205-1213 (2008)
- Matos ME, Sanz T, Rosell CM. Establishing the function of proteins on the rheological and quality properties of rice based gluten free muffins. Food Hydrocoll 35, 150-158 (2014)
- Park GS, Kim KE, Park SY. Quality characteristics of purple sweet potato muffins containing rice flour. Korean J Food Preserv, 19, 833-840 (2012)
- Park JH. Quality characteristics of rice pound ball cake according to addition of chickpea powder. Culi Sci Hos Res, 27, 94-103 (2021)
- Park MK, Lee KS, Lee KH. Effects of rice powder particle size in baked rice breads. J East Asian Soc Dietary Life, 18, 397-404 (2008)
- Paz GM, King JM, Prinyawiwatkul W, Tyus CMO, Aleman RJS. High-protein rice flour in the development of gluten-free muffins. J Food Sci, 85, 1397-1402 (2020)
- Qin W, Lin Z, Wang A, Chen Z, He Y, Wang L, Liu L, Wang F, Tong LT. Influence of particle size on the properties of rice flour and quality of gluten-free rice bread. LWT, 151, 112236 (2021)
- Seo JH, Hong CY, Kim MY, Lee YJ, Lee YR, Chun A, Lee JS, Jeong HS. Physicochemical properties of rice cookies at various mixing ratios of rice and wheat flour. J Korean Soc Food Sci Nutr, 49, 1246-1251 (2020)
- Shin DS, Lee EC, Choi JY, Oh SK, Park HY. Comparative analysis of quality properties by the particle size of rice flours according to cultivars. Korean J Food Nutr, 30, 635-643 (2017)
- Shin GM. Quality characteristics of *Lycii fructus* powder added sponge cake. Culi Sci Hos Res, 21, 63-75 (2015)
- Singh JP, Kaur A, Shevkani K, Singh N. Influence of jambolan (*Syzygium cumini*) and xanthan gum incorporation on the physicochemical antioxidant and sensory properties of gluten-free eggless rice muffins. Int J Food Sci Technol, 50, 1190-1197 (2015)
- Song DH, Kim GJ, Kim JH, Seo HR, Kim SG, Jin A, Yoon JA, Chung KH, An JH. Quality characteristics and antioxidant activity of muffins prepared by substituting wheat flour with different rice powders. Korean J Food Sci Technol, 49, 567-573 (2017)
- Tak ES, Jung HN. Comparison of the physicochemical and gelatinization properties of various barley cultivars. J Korean Soc Food Cult, 37, 345-353 (2022)