

표준체 크기별 ‘바로미2’ 첨가에 따른 밀가루 혼합가루의 이화학적 특성 및 수제비 조리 적성

오세아 · 윤지선 · 박혜영 · 김홍식 · 최혜선 · 박지영*
국립식량과학원 중부작물부

Physicochemical Properties and Cooking Suitability of Mixed Flour Using ‘Baromi2’ Based on Standard Sieve Size

Seah Oh, Jisun Yoon, Hye-Young Park, Hong-Sik Kim, Hye-Sun Choi, and Jiyoung Park*

Department of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science (NICS), RDA

Abstract

With changing dietary trends, active research is underway to substitute rice flour for wheat flour, commonly added to various processed foods. This study aimed to explore whether Baromi2, a floury rice incorporated in the production of Sujebi, can effectively replace wheat flour at appropriate levels based on its physicochemical and cooking characteristics. Baromi2 was categorized based on particle size (100, 140, and 200 mesh) and added in proportions of 10% and 20% relative to the weight of wheat flour. As the amount of Baromi2 increased, the protein and lipid content of the mixed flour also increased. Simultaneously, the dough strength decreased as the noodles became thinner, reducing hardness, gumminess, and chewiness. Additionally, a decrease in particle size increased peak viscosity and breakdown viscosity, whereas setback viscosity decreased. When Baromi2 was added at a 10% ratio, it displayed a low cooking loss, demonstrating desirable characteristics for Sujebi and was considered the most suitable proportion for production. These results provide foundational data for developing various rice-processed products using Baromi2, contributing to expanding consumption and enhancing utility.

Keywords : ‘Baromi2’, floury rice, cooking quality, sujebi

서 론

쌀은 세계 3대 곡물 중 하나로 전 세계 인구의 절반 이상이 주식으로 사용하고 있는 중요한 식량자원이다(Shin, 2009). 국내에서 쌀의 재배 면적이 감소되고 있는 반면 단위 면적당 생산량은 증가되고 있으며, 쌀 소비는 감소함에 따라 재고량이 누적되고 있어 심각한 사회문제로 대두되고 있다(Yang et al., 2018). 2022년 연간 양곡 소비량 조사 결과 1인당 쌀 소비량은 56.7 kg으로, 1982년 이후 지속적으로 감소하는 추세이며 30년 전 대비 절반 수준으로 급감하였다(KOSIS, 2022). 생산된 쌀의 대부분은 밥용으로 소비되어 왔다(Yang & Kim, 2010). 하지만 최근 식생활과 식품의 소비 방식이 변화함에 따라 밥을 주식으로 섭취하던 예전과 달리 밥 대신 빵이나 면 종류 등의 간편식을 선호하는 추세이며, 쌀은 비만과 심장병, 고혈압 등 성인병이 심각한 사회

문제로 대두되고 있는 서구인에게 건강식품으로 각광받고 있다(Kim, 2010). 또한 시대가 변화함에 따라 식품 소비 방식이 서구화 및 편의식을 선호하며, 이는 소비자의 선호 경향이 주원인이기 때문에 쌀 소비 확대를 위해서는 간편화할 필요성이 있다(Park, 2016). 이에 따라 주원료로 사용되는 밀가루를 쌀가루로 대체할 경우 밀가루 수입량의 30% 정도가 줄어들고 식량자원으로서 쌀의 활용이 가능하다.

밀은 글루텐에 의해 나타나는 밀 알레르기를 유발하는 식품으로 표시되고 있다(An & Park, 2012). 또한 최근 세계적으로 문제가 되는 celiac disease 환자와 글루텐에 민감한 사람들을 위한 쌀을 이용한 gluten-free 제품에 관심이 높아지고 있다. 그에 따라 다양한 가공식품에서 밀가루를 쌀가루로 대체하여 제조하는 연구가 활발하게 진행되고 있다(Lee et al., 2012). 이에 관한 연구로는 쌀국수(Kwak et al., 2021), 쌀 빵(Kwon et al., 2019; Yoon et al., 2020), 쌀 쿠키(Seo et al., 2020), 쌀 케이크류(Lee & Hwang, 2016) 제조 등이 있다. 밀가루를 쌀가루 같은 gluten-free 성분으로 대체하면 일반적으로 색상, 조직감 및 요리 특성을 포함한 제품의 품질에 좋지 않은 영향을 미치기도 하지만, 적절한 비율을 첨가한 제품은 향상된 영양성분을 제공할 수 있다(Ahmed

*Corresponding author: Jiyoung Park, Department of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science (NICS), RDA
Tel: +82-31-695-0622; Fax: +82-31-695-0609
E-mail : pjy2812@korea.kr
Received January 24, 2024; revised February 19, 2024; accepted February 20, 2024

et al., 2015). 다양한 식료품을 생산하는 데 사용되는 쌀은 글루텐을 함유하고 있지 않을 뿐만 아니라, 현재 세계보건기구(WHO) 및 국제면역학회 연합(IUIS)의 알레르겐 명명 소위원회에서 관리하는 공식 지정 알레르겐 데이터베이스 (<http://www.allergen.org>)에 74종의 식물로부터 230종 이상의 식품 알레르겐이 등록되어 있으며 쌀에서 유래한 식품 알레르겐은 알려지지 않았다(Li et al., 2021). 또한 쌀 단백질은 prolamin 함량이 매우 낮은 저자극 성분으로 물성이 개선될 수 있는 부재료를 혼합할 경우 높은 활용성을 지닌 제품이 만들어질 수 있을 뿐만 아니라 쌀 소비에도 기여할 수 있다(Lee et al., 2019).

가공용 쌀가루는 습식과 건식제분으로 제조되며, 습식제분은 고운 쌀가루를 제조하나 유통기한이 짧고 복잡한 제조공정 및 가공비용이 높은 단점이 있다(Yeh, 2004). 건식제분은 공정이 간단하고 시간이 절약되는 장점이 있으나 손상전분의 함량 증가가 문제가 되며(Han et al., 2012), 미세하게 제분 시 손상전분 함량이 높아져 가공 과정에서 부적절한 가스발생으로 인하여 가공품의 품질에 좋지 않은 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Stevens, 1985). 2019년 국립식량과학원에서는 높은 재배 안전성과 분질배유를 지니 건식 쌀가루 품질이 우수한 건식제분 맞춤형 신품종 ‘바로미2’를 개발하였으며, 이는 손상전분 함량이 낮아 쌀가루 제조 및 쌀 가공에 효율적이며, 쌀 가공산업 활성화를 위한 핵심 소재로 활용될 가능성이 높다고 보고되었다(Ha et al., 2022).

국수류는 우리나라 식생활에서 중요한 위치를 차지하고 있으며, 수제비 역시 국수와 비슷한 반죽으로 사용된다(Lee, 2011). 수제비는 대표적인 밀 가공품 중의 하나로 완전히 조리된 형태의 전통적인 음식 중 즉석식품으로 산업화가 비교적 용이한 품목이다. 수제비는 주재료인 밀가루에 물과 소금을 반죽하여 손으로 일정한 크기의 양을 뜬어서 만든 것으로, 간편하고 밥 대신 식사대용품으로서 많이 이용되고 있는 우리나라의 전통적인 음식이다. 건강 기능성 수제비를 제조하고자 할 때에는 첨가하는 식품들의 양이나 소재의 형태가 밀 단백질의 기능 특성인 글루텐 형성능을 훼손하지 않아야 한다(Kim, 2009). 또한 쌀이 첨가된 면대는 조직감, 식미, 면의 물리적인 성질이 나빠지는 경향이 있으므로 최적의 상태를 나타낼 수 있도록 적절한 양의 쌀가루 첨가량을 찾아야 한다(Lee & Jung, 2002).

현재까지 쌀가루를 첨가한 수제비 관련 품질 특성 연구는 거의 수행되지 않았다. 따라서 본 연구에서는 가공용 쌀로 건식 쌀가루 품질이 우수한 ‘바로미2’를 사용하여 표준체 크기(100, 140, 200 mesh)를 분류한 후 10, 20%씩 첨가하였으며, ‘바로미2’ 첨가에 따른 밀가루 혼합가루로 제조한 수제비의 품질 및 조리 특성을 통해 적정수준 밀가루에 대체할 수 있음을 알아보고 ‘바로미2’의 소비확산과 이용 가능성을 증대시키는데 기초자료를 제시하고자 한다.

재료 및 방법

시험 재료

본 연구에 사용한 ‘바로미2’는 새롬푸드(Saerom Food Co., Icheon, Korea)에서 건식 제분하여 유통되는 쌀가루 제품을 구매하여 사용하였다. 대한제분(Daehan Flour Mills, Co, Ltd, Seoul, Korea)의 증력 다목적용 밀가루와 시판품의 소금을 구입하여 사용하였다. ‘바로미2’를 100, 140, 200 mesh 표준체(No. 100, 140, 200 ASTM E11, Standard Test Sieve Scientific Co., Ltd. Wonju, Korea)에 통과시켜 다양한 크기로 분류하였다. 표준체 크기별로 분류된 ‘바로미2’를 밀가루 중량에 대비 10, 20% 수준으로 첨가하여 혼합하였으며, 밀가루 100%를 대조구로 사용하였다.

이화학 특성 분석

표준체 크기별로 제조한 ‘바로미2’ 첨가에 따른 밀가루 혼합가루의 일반성분 분석은 AOAC (Association of Official Analytical Chemists 1990) 방법에 따라 수분함량은 105°C 상압가열건조법, 조단백질은 Micro Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 추출법으로, 조회분은 직접회화법으로 측정하였으며, 총전분 함량은 Total Starch Assay Kit (Megazyme International Ltd., Wicklow, Ireland)를 사용하여 분석하였다. 쌀가루 입자크기는 입도분석기(Malvern Mastersizer 2000, Malvern Instruments Ltd., UK)로 측정하였으며, 쌀가루의 외관 특성인 색도는 색차계(Model CR-300, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 Hunter value로 명도를 나타내는 L 값(lightness), 적색도를 나타내는 a 값(redness), 황색도를 나타내는 b 값(yellowness)을 4반복으로 측정하였고 그 평균값으로 나타내었다.

호화 양상분석

표준체 크기별로 제조한 ‘바로미2’ 첨가에 따른 밀가루 혼합가루의 호화 양상변화 특성은 신속점도측정기기(Rapid Viscosity Analyzer, Model RVA-4, Newport Scientific Pty Ltd., Warriewood, Australia)를 사용하여 알루미늄 캔에 혼합가루 3 g을 넣은 후 증류수 25 mL를 가해 현탁액을 만들어 온도를 50°C부터 호화를 시작하여 95°C까지 상승 및 유지시킨 후 다시 50°C로 냉각, 유지하면서 측정하였다. 최고점도(peak viscosity), 최저점도(trough viscosity), 치반점도(setback viscosity), 강하점도(breakdown viscosity) 및 호화 시간(peak time), 호화 온도(pasting temperature)를 3반복으로 측정하였으며, 점도 단위는 rapid viscosity unit (RVU)로 표시하였다.

반죽면대 및 수제비 제조

표준체 크기별로 제조한 ‘바로미2’ 첨가에 따른 밀가루 혼합가루의 수제비 반죽면대 제조에 사용된 재료와 혼합비율은 다음과 같다. 밀가루 중량에 대한 ‘바로미2’를

100, 140, 200 mesh의 표준체 크기별로 각각 10, 20% 첨가하여 혼합한 후, 14%로 수분함량을 보정하여 제조하였다. 가공 쌀가루는 수분 보유 능력을 향상시켜 점도를 높이는 경향을 보이므로 첨가구의 수분 함량을 증가하였다. 물에 전체 중량의 2.0625%의 소금을 녹인 후, 반죽기(KSSS, Kitchen Aid Inc., St. Joseph, MI, USA)를 이용하여 밀가루 100%와 ‘바로미2’ 첨가 밀가루 혼합가루에 각각 원재료의 35, 47% (w/w)의 물을 첨가하면서 1분 30초, 4분 30초, 6분 30초에 각각 10초씩 뒤섞어주며 8분간 반죽하였다. 반죽은 수분이 증발하지 않게 폴리에틸렌 백에 밀봉하여 4°C에서 30분 동안 숙성시킨 후, 전기 국수 제조기(Daekwang Co., Gyeongsangbuk-do, Korea)에 통과시켜 압연 면대를 성형하였다. 압연 성형된 면대는 가로, 세로 각각 10 × 20 cm 크기로 일정하게 절단하였으며, 두께 측정 후 가로, 세로 각각 5 × 5 cm 크기로 절단하여 샘플당 총 35-40 g을 수제비 조리에 사용하였다.

반죽면대의 색도 및 두께 분석

표준체 크기별로 제조한 ‘바로미2’ 첨가에 따른 밀가루 혼합가루의 수제비 반죽면대 색도는 color difference meter (Model CM-3500d, Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여 명도(lightness), 적색도(redness), 황색도(yellowness)를 10반복으로 측정된 뒤 평균값을 나타내었다. 표준색으로는 L = 97.38, a = -0.02, b = 1.66인 calibration plate를 표준으로 사용하였다. 두께 분석에는 디지털 캘리퍼스(CD-10APX, Mitutoyo Corporation, Kawasaki, Japan)를 사용하여 10반복으로 측정하였으며, 그 평균값으로 나타내었다.

조리된 수제비의 기계적 조직감 분석

표준체 크기별로 제조한 ‘바로미2’ 첨가에 따른 밀가루 혼합가루의 수제비 기계적 조직감 특성은 texture analyzer (testXpert II, Zwick Roell, Ulm, Germany)를 이용하였으며, two cycle compression을 실시하여 pre-test speed 5 mm/s, strain 50%, probe diameter 35 mm의 조건에서 경도(Hardness), 점착성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness)을 측정하였다. 완전한 형태의 조리한 수제비 조각을 plate에 올려놓고 반복 압착실험을 하였으며, 측정은 10회 반복하여 평균값을 구하였다.

조리 손실 측정

표준체 크기별로 제조한 ‘바로미2’ 첨가에 따른 밀가루 혼합가루의 수제비의 조리 손실은 AACC 방법(AACC, 2010)을 기반으로 측정하였다. 반죽(35-40 g, 길이 5 cm)을 끓는 물(500 mL)에 8분 동안 조리하였다. 반죽의 물기를 3번 털어낸 후 조리된 반죽은 70°C, 조리된 물은 105°C에서 건조시키고 잔여물을 측정하였다. 조리 손실은 조리 전 반죽 무게에 대한 조리 물의 건조 잔여물의 중량을 측정하여

비율로 계산하였다.

$$\text{Cooking loss} = \frac{\text{Weight of dried residues}}{\text{Weight of uncooked noodles}} \times 100$$

$$\text{Water content} = 1 -$$

$$\frac{\text{Weight of noodle after dry over} + \text{Weight of dried residues}}{\text{Weight of uncooked noodles}} \times 100$$

$$\text{Mass increase} =$$

$$\frac{\text{Weight of cooked noodles} - \text{Weight of uncooked noodles}}{\text{Weight of uncooked noodles}} \times 100 - \text{Cooking loss adjust}$$

통계분석

통계분석은 SAS 9.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) PC package를 이용하였다. 실험 결과는 3번 반복 값을 구하여 평균과 표준편차를 산출하였으며, 각 변수에 대해 일원 배치분산분석(one-way ANOVA)에 의해 유의성을 검정하였고, 사후검정으로는 Duncan의 다중범위 검정(multiple range test)을 실시하였으며, 통계적인 유의적 차이를 $p < 0.05$ 수준에서 검정하였다.

결과 및 고찰

일반분석 및 총전분 함량

표준체 크기별로 제조한 ‘바로미2’ 첨가에 따른 밀가루 혼합가루의 일반성분 및 총전분 함량을 측정된 결과는 Table 1에 나타내었다. 조단백질 함량은 8.9 ± 0.7 - $10.3 \pm 0.2\%$ 의 범위를 보였으며, ‘바로미2’를 140 mesh체로 통과시킨 후 제조한 혼합가루가 약 10%로 가장 높게 측정되었다. 관련하여 Park et al. (2023)의 ‘바로미2’ 조단백 수치인 $6.98 \pm 0.02\%$ 보다 높은 것을 확인하였으며, 이는 쌀가루 대비 단백질이 높은 밀가루와 ‘바로미2’를 혼합 제조한 시료를 사용하여 더 높은 수치의 조단백 함량을 나타낸 것으로 사료된다. 조지방 함량은 100 mesh체로 통과시킨 후 제조한 ‘바로미2’ 함량 20% 혼합가루가 $1.0 \pm 0.1\%$ 로 가장 높게 나타났으며, 회분함량은 약 0.5 ± 0.1 - $0.6 \pm 0.1\%$ 범위로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 총전분 함량은 대조구 대비 ‘바로미2’ 첨가 시에 낮은 특징을 나타내었으며, ‘바로미2’를 100, 140, 200 mesh체로 통과시킨 후 각각 10%를 첨가하였을 때 증가하였다. ‘바로미2’ 첨가량의 차이 이외에도 입자크기가 작아질수록 총전분의 수치가 감소하였으며, 미세한 입자일수록 더 낮은 전분 함량 값을 보였다는 결과와 일치하였다(Farooq et al., 2018). 입자 선별 시 표준체의 크기가 커질수록(100 → 200 mesh) 낮게 나타났으며, 이는 선별 과정에 따른 전분 과립의 손실로 인한 것으로 보인다. 수분함량

Table 1. Compositions analysis of mixed flours according to the addition of ‘Baromi2’

Sieve size (mesh)	Wheat flour (%)	‘Baromi2’ content (%)	Moisture (%)	Protein (%)	Lipid (%)	Ash (%)	Total starch (%)
Untreted	100	0	11.8±0.2 ^c	9.5±0.1 ^{bc}	0.7±0.1 ^d	0.5±0.1 ^b	81.8±0.4 ^a
	90	10	12.0±0.4 ^{bc}	9.9±0.1 ^{ab}	0.8±0.1 ^{bc}	0.6±0.1 ^{ab}	78.8±0.2 ^b
100	80	20	11.0±0.2 ^{dc}	9.8±0.3 ^{ab}	1.0±0.1 ^a	0.6±0.1 ^{ab}	76.2±0.5 ^c
	90	10	12.5±0.2 ^a	10.3±0.2 ^a	0.8±0.1 ^c	0.5±0.1 ^{ab}	78.7±0.4 ^b
140	80	20	12.3±0.5 ^{ab}	9.1±0.5 ^{cd}	0.8±0.1 ^{bc}	0.6±0.1 ^{ab}	77.9±0.2 ^c
	90	10	11.3±0.2 ^d	10.1±0.0 ^{ab}	0.8±0.1 ^c	0.5±0.1 ^{ab}	76.9±0.4 ^d
200	90	10	10.8±0.2 ^c	8.9±0.7 ^d	0.9±0.1 ^b	0.6±0.1 ^a	75.8±0.3 ^c
	80	20					

¹⁾Values indicate the means of three replications (n = 3).

^{a-c}Different letters within the same column indicate significant differences ($p < 0.05$).

은 10.8±0.2-12.5±0.2%로, Lee et al. (2004)은 전분 입자의 표면에 흡착되거나 내부로 침투되는 물의 양을 의미하는 물 결합 능력이 입자크기가 작을수록 증가한다고 하였다. 또한 Kim et al. (2017)과 Lim & Hwang (1999)의 연구에 따르면 쌀가루의 입자가 미세해질수록 수분함량이 증가하였는데, 이는 입자의 크기가 작아질수록 표면적이 넓어지고 공기에 존재하는 수분을 더 많이 흡수하여 2차 가공 시 수분 흡수 속도를 빠르게 할 수 있으며 제품의 양을 증가시키는 효과를 보인 것으로 알려져 있다. 본 연구 결과에서는 ‘바로미2’를 100, 140 mesh의 표준체에 통과시킨 후 제조한 혼합가루에서 이전 연구 결과와 일치하였으나, 200 mesh에서는 감소하는 경향이 나타나 차이가 있었으며 이는 ‘바로미2’의 첨가량에 따른 차이라고 생각된다. 대조구 대비 ‘바로미2’를 첨가하였을 때 조단백질, 조지방, 수분함량은 증가하는 경향을 나타내었으므로 이에 따른 수제비의 영양소 강화 효과를 볼 수 있을 것으로 사료된다.

입도

표준체 크기별로 제조한 ‘바로미2’ 첨가에 따른 밀가루 혼합가루의 입도 크기는 Table 2와 같다. ‘바로미2’를 100, 140, 200 mesh체에 통과시킨 후 제조한 혼합가루의 입도 크

기는 대조구보다 낮은 경향을 나타내었다. 표준체의 크기(mesh)가 커질수록, ‘바로미2’를 20% 첨가하였을 때 입자크기가 현저히 감소하여 차이를 나타내었지만($p < 0.05$) 10% 첨가의 경우 유의적인 차이가 나타나지 않았다. ‘바로미2’를 100, 140, 200 mesh 체에 통과시킨 후 20% 첨가하여 제조된 혼합가루의 평균직경은 각각 55.6±0.1, 50.4±0.1, 48.6±0.1 μm로 통과하는 체의 크기에 따라 작아지는 것이 관찰되었다. 쌀가루 제조 시 입자크기가 달라지게 되며 입자크기에 따라 전분손상도, 호화도, 결합력, 수분흡수력, 반죽의 물성 등이 변화된다(Evers & Stevens, 1986). 이러한 특성들은 젤강도, 제면특성 등 가공적성에 영향을 주는 것으로 보고되었다(Kum et al., 1993). 일반적으로 가공 제품 제조 시 쌀가루를 이용하는 경우에 입자 크기와 손상 전분의 함량 등이 쌀가루의 구조와 품질 등에 영향을 미치며, 쌀가루를 이용한 제품에서 입자크기는 반죽 및 최종 제품의 특성에 영향을 미치는 중요한 요소로 알려져 있다(Hera et al., 2013; Qin et al., 2021). 또한 Kang et al. (2014)의 미세한 쌀가루는 빵 제조 시 첨가되는 수분과 상호작용에서 큰 비표면적을 가져 수화가 잘 일어나고 전분의 호화과정이 빠르게 진행되므로, 가장 큰 비체적을 갖게 된다는 결과에 따라 ‘바로미2’의 입자가 미세할수록 수제비 제조에 적합한 성질을 가질 수 있

Table 2. Particle size distributions of mixed flours according to the addition of ‘Baromi2’

Sieve size (mesh)	‘Baromi2’ content (%)	D ₁₀ (μm)	D ₅₀ (μm)	D ₉₀ (μm)	Mean diameter (μm)
Untreted	0	13.6±0.1 ^a	53.5±0.2 ^a	110.8±0.5 ^a	55.6±0.3 ^a
	10	11.6±0.1 ^c	47.7±0.1 ^b	101.0±0.0 ^d	51.9±0.1 ^c
100	20	11.2±0.1 ^d	46.9±0.1 ^d	113.0±0.0 ^a	55.6±0.1 ^a
	10	11.7±0.0 ^b	47.2±0.1 ^c	101.2±0.5 ^d	52.1±0.1 ^b
140	20	10.3±0.0 ^f	43.8±0.1 ^f	102.0±0.0 ^c	50.4±0.1 ^d
	10	11.6±0.1 ^c	46.5±0.1 ^c	101.0±0.0 ^d	51.8±0.1 ^c
200	10	11.6±0.1 ^c	46.5±0.1 ^c	101.0±0.0 ^d	51.8±0.1 ^c
	20	10.5±0.1 ^c	42.8±0.2 ^e	97.4±0.2 ^c	48.6±0.2 ^c

¹⁾Values indicate the means of three replications (n = 3).

^{a-c}Different letters within the same column indicate significant differences ($p < 0.05$).

²⁾D₁₀, D₅₀, and D₉₀ are the projected equivalent diameters below which 10%, 50, and 90% of the total volume of all particles analyzed is represented.

는 것으로 생각된다.

호화 양상

표준체 크기별로 제조한 ‘바로미2’ 첨가에 따른 밀가루 혼합가루의 RVA에 의한 호화온도 및 점도 특성을 분석한 결과는 Table 3에 나타내었다. 가공 시 제품의 품질과 관련이 높은 최고점도(peak viscosity)는 ‘바로미2’의 첨가량이 10, 20%일 때 모두 입자크기가 작아질수록 증가하는 경향이 나타났다. Kim (1979)의 최고점도가 낮을 경우 면대가 약해져 탄성 및 외관 등 최종 품질에 영향을 끼친다는 결과와 Kim & Kim (1985)의 최고점도가 높은 경우 식미에 긍정적인 영향을 준다는 보고 등을 참고할 때 ‘바로미2’ 첨가 밀가루 혼합가루의 입자가 작을수록 품질에 좋은 영향을 미칠 것으로 사료된다. 또한 강하점도(breakdown viscosity)에서도 입자크기가 작아질수록 수치가 증가하는 경향이 나타났으며, 이는 선행연구 결과와 일치하였다(Kum & Lee, 1999). Oda et al. (1980)의 연구에 따르면 강하점도가 클수록 면의 식미가 좋아진다는 결과를 보아 ‘바로미2’ 첨가에 따른 밀가루 혼합가루의 입자크기가 작아질수록 최고 및 강하점도에 긍정적 영향을 주는 것으로 보인다. 반면, 최저점도(though viscosity), 최종점도(final viscosity), 치반점도(setback viscosity)

는 각 표준체 크기별로 통과시킨 ‘바로미2’의 첨가량이 늘어날수록 유의하게 감소하는 특징을 나타내었다. 전분의 노화현상을 나타내는 치반점도는 대조구인 밀가루 100% 대비 ‘바로미2’를 첨가하였을 때 낮게 나타났으며, 입자크기가 작아질수록 낮아지는 경향을 보였다. Kim et al. (2011)은 치반점도가 감소하면 전분의 노화가 지연되어 조리면이 굳어지는 현상을 경감시킬 수 있다고 보고하였으며, 이러한 특성은 ‘바로미2’를 첨가한 수제비의 노화에도 영향을 미칠 것으로 사료된다. 이에 따라 ‘바로미2’를 첨가하여 제조한 수제비는 조리면의 노화가 늦어질 수 있다고 판단된다. 반면, 호화시간(peak time)은 6.0 ± 0.1 - 6.2 ± 0.1 , 호화온도(pasting temperature)는 90.5 ± 0.5 - 91 ± 0.1 °C의 범위로 대조구인 6.1 ± 0.1 , 90.5 ± 0.4 °C 대비 차이가 크지 않아 ‘바로미2’의 입자크기 및 첨가량이 큰 영향을 끼치지 않는 것으로 보여진다.

반죽면대의 색도 및 두께

표준체 크기별로 제조한 ‘바로미2’ 첨가에 따른 밀가루 혼합가루와 제조한 반죽면대의 색도는 반죽 전과 조리 전, 두께는 조리 전에 측정하였으며, 그 결과는 Table 4에 나타내었다. 대조구인 밀가루 100%의 면대가 2.8 ± 0.1 cm로 가장 두껍게 나타났으며, 각 표준체 크기별로 ‘바로미2’를 10%

Table 3. Pasting properties of mixed flours according to the addition of ‘Baromi2’

Sieve size (mesh)	‘Baromi2’ content (%)	Viscosity (RVU)					Peak time (min)	Pasting temperature (°C)
		Peak viscosity	Though viscosity	Breakdown viscosity	Final viscosity	Setback viscosity		
Untreted	0	141.8±1.3 ^{ab}	95.1±1.3 ^a	46.7±2.3 ^c	170.4±1.4 ^a	28.7±0.3 ^a	6.1±0.1 ^a	90.5±0.4 ^b
100	10	138.5±1.2 ^c	90.0±1.1 ^{bcd}	48.6±1.1 ^{dc}	165.7±1.3 ^b	27.2±1.5 ^{ab}	6.1±0.1 ^a	90.8±0.5 ^{ab}
	20	138.4±3.6 ^{bc}	87.2±1.1 ^c	51.3±4.5 ^b	162.5±2.2 ^c	24.2±2.6 ^d	6.0±0.1 ^a	90.5±0.6 ^a
140	10	140.3±0.7 ^{bc}	90.6±0.5 ^{bc}	49.8±0.3 ^{cd}	166.4±1.0 ^b	26.2±0.7 ^b	6.2±0.1 ^a	90.7±0.5 ^{ab}
	20	144.0±1.5 ^a	88.7±0.7 ^{dc}	55.4±1.0 ^a	165.6±1.0 ^b	21.7±0.8 ^d	6.2±0.0 ^a	91.0±0.1 ^a
200	10	142.4±1.1 ^a	91.6±0.8 ^b	50.8±1.4 ^c	166.6±1.5 ^b	24.3±0.7 ^c	6.2±0.1 ^a	90.5±0.5 ^{ab}
	20	143.1±1.3 ^a	89.6±1.8 ^{cd}	53.5±0.8 ^b	165.1±1.8 ^b	22.1±0.7 ^d	6.2±0.1 ^a	90.5±0.5 ^{ab}

¹⁾Values indicate the means of three replications (n = 3).

^{a-c}Different letters within the same column indicate significant differences (p<0.05).

Table 4. Color value and thickness of mixed flours and uncooked sujebi according to the addition of ‘Baromi2’

Sieve size (mesh)	‘Baromi2’ content (%)	Flour			Uncooked			Thickness (mm)
		Lightness (L)	Redness (a)	Yellowness (b)	Lightness (L)	Redness (a)	Yellowness (b)	
Untreted	0	94.5±0.1 ^c	0.4±0.1 ^a	7.7±0.2 ^{ab}	87.8±1.0 ^a	-0.6±0.1 ^a	13.1±0.1 ^f	2.8±0.1 ^a
100	10	94.6±0.2 ^{bc}	0.3±0.1 ^b	7.6±0.1 ^b	85.4±0.8 ^b	-1.9±0.1 ^{bc}	16.4±0.4 ^b	2.5±0.1 ^c
	20	94.2±0.4 ^d	0.3±0.1 ^{bc}	7.8±0.3 ^a	87.0±0.5 ^a	-1.7±0.1 ^{bc}	15.1±0.1 ^c	2.4±0.1 ^d
140	10	94.5±0.1 ^c	0.3±0.1 ^b	7.5±0.1 ^{bc}	82.6±10 ^b	-1.9±0.1 ^{bc}	16.1±0.3 ^c	2.4±0.1 ^c
	20	94.6±0.1 ^{bc}	0.2±0.1 ^c	7.3±0.1 ^c	86.2±0.7 ^b	-1.4±1.3 ^b	15.7±0.2 ^d	2.4±0.1 ^d
200	10	94.8±0.1 ^b	0.3±0.1 ^b	7.7±0.1 ^{ab}	86.4±0.5 ^b	-2.1±0.1 ^c	16.8±0.2 ^a	2.6±0.1 ^b
	20	95.2±0.1 ^a	0.2±0.1 ^c	7.1±0.1 ^d	85.6±1.1 ^b	-1.9±0.1 ^{bc}	15.5±0.3 ^d	2.4±0.1 ^d

¹⁾Values indicate the means of three replications (n = 3).

^{a-f}Different letters within the same column indicate significant differences (p<0.05).

를 첨가하였을 때 2.4 ± 0.1 - 2.6 ± 0.1 cm의 범위를 보였고, 20%를 첨가하였을 때 2.4 ± 0.1 cm였으며, ‘바로미2’ 첨가가 상 대적으로 얇게 나타나 유의적인 차이를 나타내었다($p<0.05$). Lee (1992)는 다양한 단립구조를 형성하는 단자의 물성은 원료 쌀가루의 입도 분포의 변화에 의해 자유롭게 변화시킬 수 있으며 단자의 면대형성도 이와 같은 결과를 이용하면 유용하다고 보고하였다. 본 연구에서는 ‘바로미2’의 첨가량이 증가할수록 글루텐의 함량이 부족하여 면대 두께가 얇아지는 것을 확인할 수 있었다.

색도는 ‘바로미2’를 각 표준체별로 통과시킨 후 20%를 첨가한 혼합가루에서 입자크기가 미세해짐에 따라 적색도(redness, a^*) 값에는 유의적인 차이가 발생하지 않은 반면 명도(lightness, L^*) 값은 증가하였으며, 황색도(yellowness, b^*) 값은 감소하였다. 이는 쌀가루 특성인 투명도와 관계가 있으며, 대체분의 첨가 비율이 높아질수록 복합분의 밝기가 낮아진다는 연구와 입자크기가 감소함에 따라 L 값은 증가하고, b 값은 감소하였다는 연구 등 L 값이 쌀가루의 입도분포와 밀접한 관계가 있다는 기존의 보고들과 동일하였다(Kim et al., 1973; Kum & Lee, 1999). 반면 반죽면대에서는 L 값이 ‘바로미2’를 첨가하였을 때 낮아지는 경향이 나타났다. Jeong et al. (2019)은 쌀가루의 첨가량이 증가할수록 쌀가루 고유의 색이 강하게 나타나 L 값이 감소하였다고 하였으며, 호화쌀가루의 혼합비율이 높아짐에 따라 호화쌀가루 본래의 색도 영향을 받아 반죽의 L 값이 감소하였다는 보고와 일치하였다(Lee & Lim, 2013). a 값은 대조구와 첨가구 모두 (-)의 수치로 녹색의 경향을 나타내었으며, 대조구의 값인 -0.6 ± 0.1 대비 ‘바로미2’를 첨가하였을 때 -1.4 ± 1.3 , -2.1 ± 0.1 의 범위로 유의하게 낮아 큰 차이를 보였다($p<0.05$). b 값은 13.1 ± 0.1 인 대조구의 값보다 ‘바로미2’ 첨가 시 15.1 ± 0.1 - 16.8 ± 0.2 로 유의하게 높아졌으며($p<0.05$), ‘바로미2’의 첨가가 색도에 영향을 미치는 것으로 보인다.

조리된 수제비의 기계적 조직감

표준체 크기별로 제조한 ‘바로미2’ 첨가에 따른 밀가루 혼합가루 수제비의 기계적 조직감을 측정된 결과는 Table 5

에 나타내었다. 점착성, 탄력성, 응집성 등의 기계적 조직감이 대조구와 유사한 특성을 나타내었으며, 밀가루 대비 쌀가루를 첨가한 면에서 전반적으로 탄력성이 떨어지는 경향을 보인 Lee et al. (2019)의 결과와는 다르게 유의적인 차이는 관찰되지 않았다. Li et al. (2021)은 쌀가루 내 단백질은 밀가루와 달리 수분을 흡수한 후 안정적인 네트워크 구조를 형성하기 어려워 쌀 쉼의 탄성을 향상시키기 어렵다고 하였다. 또한 Jeong et al. (2019)의 쌀가루를 첨가한 면을 제조 시 쌀가루 첨가량이 20%를 초과하면 면의 탄력성이 감소하였으며, 밀가루 면과 유사한 조직감을 위해 적절한 쌀가루 첨가량이 필요한 것으로 보고된 바 있으나 본 연구에서는 ‘바로미2’의 첨가량이 최대 20%로 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 식품의 단단한 정도를 나타내는 경도, 저작 기간 동안 느껴지는 밀도감을 의미하는 씹힘성과 검성에서는 입자크기가 작아질수록 수치가 감소하는 경향을 나타내었다. 각각의 대조구 값인 38.4 ± 5.4 , 22.5 ± 4.4 , 27.0 ± 4.9 에 비하여, 입자 크기별로 ‘바로미2’를 20% 첨가하였을 때 뚜렷하게 감소하는 특징이 관찰되었으며 유의적인 차이를 나타내었다($p<0.05$). 이는 Kim et al. (2019)의 건식제분 쌀가루를 이용하여 만든 절편의 품질 특성에서 입도가 커질수록 경도, 씹힘성의 값이 증가하였다는 결과와 유사한 경향이였다. Lee (1992)에 의하면, 입도를 달리한 쌀가루의 배합에 의해 물성이 변화하고 기본 입도와 다소 큰 입도를 혼합했을 때 물성의 보강 효과가 나타났으며, 이는 단자 절편에서 굵은 입자가 붕괴하지 않은 상태로 존재하여 각종 단립구조를 형성한다고 보고하였다. 또한 Lee et al. (2015)은 작은 입자는 조직이 없고 전분 입자만으로 된 비율이 높아 붕괴의 정도가 쉬우나, 큰 입자는 아직 조직을 가진 것이 많아 붕괴의 정도가 낮으므로 입자 크기가 작은 것보다 큰 편이 경도가 높다고 하였다. 이러한 결과를 볼 때 ‘바로미2’의 입자크기가 작아질수록, 혼합비율이 높아질수록 경도와 씹힘성, 검성이 감소하며 수제비 텍스처 및 식감에 영향을 주는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 수제비 제조 시 ‘바로미2’를 첨가할 경우 밀가루 100%보다 부드러운 식감에 가깝게 보완할 수 있을 것으로 사료된다. Fitzpatrick & Ahmed (2005)에 따

Table 5. Texture properties of cooked sujebi according to the addition of ‘Baromi2’

Sieve size (mesh)	‘Baromi2’ content (%)	Hardness (N)	Adhesiveness (Nmm)	Springiness	Cohesiveness	Gumminess (N)	Chewiness (N)
Untreated	0	38.4 ± 5.4^{ab}	0.2 ± 0.1^{ab}	0.9 ± 0.1^{ab}	0.7 ± 0.1^a	27.0 ± 4.9^{ab}	22.5 ± 4.4^{ab}
100	10	45.3 ± 6.8^a	0.1 ± 0.1^c	0.9 ± 0.1^a	0.7 ± 0.1^a	28.2 ± 4.7^a	24.0 ± 5.2^a
	20	35.6 ± 6.8^b	0.2 ± 0.1^{ab}	0.9 ± 0.1^{ab}	0.7 ± 0.1^a	23.1 ± 4.6^b	18.6 ± 4.1^{bcd}
140	10	34.2 ± 5.1^b	0.1 ± 0.1^{bc}	0.9 ± 0.1^b	0.7 ± 0.1^a	22.5 ± 5.2^b	17.4 ± 4.9^{cd}
	20	24.7 ± 6.9^c	0.2 ± 0.1^a	0.9 ± 0.1^{ab}	0.7 ± 0.1^{ab}	16.7 ± 5.7^c	14.0 ± 6.1^{dc}
200	10	36.3 ± 4.9^{ab}	0.2 ± 0.1^{ab}	0.8 ± 0.1^{ab}	0.7 ± 0.1^a	24.3 ± 3.7^{ab}	19.0 ± 3.9^{bc}
	20	26.1 ± 2.7^c	0.2 ± 0.1^a	0.9 ± 0.1^{ab}	0.7 ± 0.1^b	15.5 ± 1.8^c	12.4 ± 1.9^e

¹⁾Values indicate the means of three replications (n = 3).

^{a-c}Different letters within the same column indicate significant differences ($p<0.05$).

르면 분말의 입도는 제면이나 제빵 같은 가공품 제조 시 물리적 특성에 영향을 끼쳐 중요하다고 하였으며, 본 연구에서도 입자 크기가 수제비의 기계적 조직감에 중요한 요소로 작용하는 것으로 나타났기 때문에 ‘바로미2’의 입자크기와 첨가량을 조절함으로써 다양한 조직감 특성을 지닌 수제비를 제조할 수 있을 것으로 판단된다.

조리 손실 측정

표준체 크기별로 제조한 ‘바로미2’ 첨가에 따른 밀가루 혼합가루 수제비의 조리 품질을 알아보기 위하여 조리 손실률, 수분 함량, 질량 증가율을 측정된 결과는 Table 6에 나타났다. 국수 제품의 조리 손실은 전반적인 품질을 평가하는 중요한 요인이다. 조리 손실률은 가열 과정에서 쌀가루에 존재하는 전분이 용출되어 나오는 것을 측정하는 지표로, 조리 손실률이 적은 것이 좋은 품질의 쌀 면의 지표가 된다 (Li et al., 2021). ‘바로미2’ 입자크기 및 첨가 함량에 따른 수분함량은 ‘바로미2’를 140 mesh체에 통과시킨 후 10% 첨가하여 제조된 혼합가루에서 12.5±0.2%, 20% 첨가하여 제조된 혼합가루에서 12.3±0.5%로 가장 높은 수치를 보였으며, 조리한 수제비에서도 각각 35.5±2.6, 35.6±1.0% 범위로 높은 수분함량을 나타내었다. Min et al. (2010)의 연구에 따르면, 밀가루를 주재료로 쌀 등의 다양한 분말을 혼합하여 첨가한 면의 품질은 복합분의 구성에 따라 반죽의 점탄성, 점도, 수분 흡수력 등의 변화가 있어 면의 색이나 조리 품질, 조직감 등에 직접적인 영향을 준다고 하였으며, 이에 따라 ‘바로미2’를 140 mesh체에 통과시킨 후 10% 첨가하여 제조된 혼합가루의 높은 수분함량이 조리 후에도 영향을 미친 것으로 사료된다. Jeong et al. (1998)은 쌀에 밀가루를 첨가할 경우 단백질의 주성분인 글루텐 작용으로 독특한 점탄성이 생기며, 쌀가루에서 부족한 가공 적성을 개선시킬 수 있다고 보고하였다. 본 연구에서는 ‘바로미2’를 100, 140, 200 mesh 표준체에 통과시킨 후 각각 10% 첨가하여 제조된 혼합가루를 사용하여 조리하였을 때 조리 손실률이 낮게 나타나 바람직한 수제비의 특성을 보였다. 반면 ‘바로미2’를 200 mesh 체에 통과시킨 후 20% 첨가하여 제조한 혼합가루

의 조리 손실률은 13.2±7.3로 현저히 높았으며 대조구의 값은 5.0±0.2로 큰 차이를 나타내었다. 이는 글루텐 성분이 없는 쌀가루의 함량이 높아져 점탄성이 부족한 것으로 생각된다. 이는 ‘바로미2’의 입자가 작을수록, 첨가량이 많아질수록 수제비의 조리 품질에 영향을 미친다는 것을 의미하며, ‘바로미2’를 각 표준체별로 통과시킨 후 10%를 첨가한 혼합가루가 밀가루 100%로만 만든 수제비에 비하여 압연으로 제조한 면대의 조리 손실률을 낮추고 품질을 향상시켰음을 확인하였다. Suwannaporn et al. (2014)은 밀가루를 부분적으로 대체하는 쌀가루의 첨가량 증가는 품질에 뚜렷한 영향을 끼쳤으며, 쌀가루는 단백질과 글루텐 함량을 낮추어 신축성이 떨어지고 쉽게 부서지는 면을 생성한다고 하였으며 본 연구에서 ‘바로미2’의 첨가량이 20%일 때 조리 손실률이 높아지는 결과와 유사한 경향이였다. Majzoubi (2014)에 따르면, 밀가루 대체로 인한 면의 글루텐 함량 감소는 면의 높은 조리 손실의 원인이 될 수 있으므로 소금물에 조리 시 조리 손실률이 줄어드는 것으로 나타났다고 보고하였으며, 이에 대한 추가 연구가 필요한 것으로 생각된다.

요 약

본 연구에서는 ‘바로미2’를 표준체 크기별(100, 140, 200 mesh)로 분류한 후 각각 10, 20% 첨가에 따른 밀가루 혼합가루의 이화학적 특성과 그에 따라 제조된 수제비 품질을 분석하였다. ‘바로미2’의 첨가 함량이 많아질수록 혼합가루의 조단백, 조지방, 수분함량이 증가하였으며, 그에 따라 수제비의 영양소 강화 효과를 볼 수 있을 것으로 사료된다. ‘바로미2’의 입자 크기가 작아질수록 최고 및 강하점도는 증가, 치반점도는 감소하여 수제비의 최종 품질에 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 반죽 시 ‘바로미2’의 첨가량이 증가할수록 면대 두께가 얇아지는 것으로 관찰되었으며, 이에 따라 반죽 강도가 감소하였다. 또한 경도, 검성, 씹힘성은 점차 감소하는 수치를 보여 ‘바로미2’의 입자크기가 작아질수록, 혼합비율이 높아질수록 수제비 특성에 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 따라서 ‘바로미2’의 첨가량이

Table 6. Cooking loss, water content and mass increase rate of cooked sujebi according to the addition of ‘Baromi2’

Sieve size (mesh)	‘Baromi2’ content (%)	Cooking loss (%)	Water content (%)	Mass increase (%)
Untreated	0	5.0±0.2 ^b	28.8±0.5 ^{bc}	108.1±2.6 ^a
	10	4.5±0.1 ^b	35.2±0.1 ^{ab}	81.0±14.7 ^{ab}
100	20	5.9±1.8 ^b	34.9±1.4 ^{abc}	84.4±11.5 ^{ab}
	10	4.7±0.1 ^b	35.5±2.6 ^a	93.0±10.6 ^{ab}
140	20	5.8±1.7 ^b	35.6±1.0 ^a	77.9±13.3 ^{ab}
	10	4.5±0.2 ^b	35.1±0.1 ^{abc}	85.5±8.8 ^{ab}
200	20	13.2±7.3 ^a	28.6±6.2 ^c	76.3±16.3 ^b

¹⁾Values indicate the means of three replications (n = 3).

^{a-c}Different letters within the same column indicate significant differences (p<0.05).

증가할수록 선별체의 크기가 더욱 고려되어야 한다. 대조구인 밀가루 100%나 ‘바로미2’ 20%를 첨가하였을 때보다, ‘바로미2’를 10%를 첨가하였을 때 조리 손실률이 낮게 나타나 조리적성이 향상되었으며, 바람직한 수제비의 특성을 보였다. 본 연구 결과는 ‘바로미2’를 10, 20% 비율로 밀가루를 대체하여 영양학적으로 우수하고 양호한 품질의 수제비를 생산할 수 있는 가능성이 있다고 사료되며, ‘바로미2’의 이용성 증대를 비롯하여 영양 및 기능적인 측면에서 도움을 줄 수 있는 다양한 쌀 가공품 개발에 사용될 수 있을 것이라 기대된다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 국립식량과학원 농업과학기술사업(과제번호 PJ017260012024)의 지원에 의해 이루어진 것이며 이에 감사드립니다.

References

- AACC. 2000. Approved method of the AACC. 10th ed. Method 08-01. America Association of Cereal Chemists. St. Paul, MN, USA.
- Ahmed I, Qazi IM, Jamal S. 2015. Quality evaluation of noodles prepared from blending of broken rice and wheat flour. *Starch-Stärke* 67: 905-912.
- An SH, Park GS. 2012. Quality characteristics of pound cake containing *Angelica gigas* Nakai with various levels of rice flour. *Korean J. Food Cook. Sci.* 28: 763-771.
- AOAC. 1990. Official Method of Analysis. Association of Official Analytical Chemists (No. 934.06), Arlington, VA, USA.
- Baek JJ, Lee S. 2014. Functional characterization of brown rice flour in an extruded noodle system. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* 57: 435-440.
- Hera E, Martinez M, Gómez M. 2013. Influence of flour particle size on quality of gluten-free rice bread. *LWT-Food Sci. Technol.* 54: 199-206.
- Evers AD, Stevens DJ. 1986. Starch damage. In *Cereal Science and Technology*. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, MN. 7335.
- Farooq AM, Li C, Chen S, Fu X, Zhang B, Huang Q. 2018. Particle size affects structural and in vitro digestion properties of cooked rice flours. *Int. J. Biol. Macromol.* 118: 160-167.
- Fitzpatrick JJ, Ahme L. 2005. Food powder handling and processing: Industry problems, knowledge barriers and research opportunities. *Chem. Eng. Process.* 44: 209-214.
- Ha SK, Kim BK, Hwang WH, Mo YJ, Jeong JM, Lee DK, Kim WJ, Kim JJ, Jeung JU. 2022. Early maturing rice variety “Baromi2” with a floury endosperm and suitable for dry-milling of rice grain. *Korean J. Breed Sci.* 54: 433-441.
- Han HM, Cho JH, Koh BK. 2012. Effect of grinding method on flour quality in different rice cultivars. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 41: 1596-1602.
- Jeong JH. 1998. Effects of alkaline reagents on textural and sensory properties of ramyon. *J. Korean Soc. Food Cult.* 13: 261-266.
- Jeong GA, Han SH, Park JY, Shin YL, Lee SJ, Lee CJ. 2019. Quality characteristics of noodles supplemented with rice flour and alkaline reagent. *Korean J. Food Sci. Technol.* 51: 237-242.
- Ju JE, Nam YH, Lee KA. 2006. Quality characteristics of sponge cakes with wheat-rice composite flour. *Korean J. Food Cook. Sci.* 22: 923-929.
- Kang TY, Choi EH, Jo HY, Yoon MR, Lee JS, Ko SH. 2014. Effects of rice flour particle size on quality of gluten-free rice bread. *Food Eng. Prog.* 18: 319-324.
- Kim BH. 2009. Food quality of sujebi containing freeze dried Broccoli Powder. Doctoral dissertation, Pukyong Univ., Pusan, Korea.
- Kim HK, Kim SK. 1985. Wheat flour and milling industry. Korea Milling Industry Association. Seoul, Korea.
- Kim WS. 2010. Effect of addition of enzyme-resistant rice RS3 on quality and textural characteristics of madeleine. *Korean J. Human Ecology* 19: 191-201.
- Kim BK, Park JE, Zu GU. 2011. Effects of semolina on quality characteristics of the rice noodles. *Food Eng. Prog.* 15: 56-63.
- Kim HS, Ahn SB, Lee KY, Lee SR. 1973. Development of composite flours and their products utilizing domestic raw materials-III. noodle-making and cookie-making tests with composite flours. *Korean J. Food Sci. Technol.* 5: 25-32.
- Kim KM, Kim HS, Ra HN, Kim HY, Han GJ. 2019. Effect of rice varieties on the quality of dry milled rice flour and jeolpyeon. *J. Korean Food Cult.* 34: 334-342.
- Kim JM, No J, Song NJ, Shin M. 2017. Quality characteristics of rice cupcakes prepared from Korean rice varieties. *Korean J. Food Sci. Technol.* 49: 151-157.
- Kim SK. 1979. Physicochemical studies on the hard and soft wheats flours. *Korean J. Food Sci. Technol.* 11: 13-17.
- KOSIS. Korean Statistical Information Service. rice Consumption survey result in 2022.. https://kostat.go.kr/board.es?mid=a10301010000&bid=230&act=view&list_no=423154. Accessed Dec. 21, 2023.
- Kum JS, Lee HY. 1999. The Effect of the varieties and particle size n the properties of rice flour. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31: 1542-1548.
- Kum JS, Lee SH, Lee HY, Kim KH, Kim YI. 1993. Effect of different milling methods on distribution of particle size of rice flours. *Korean J. Food Sci. Technol.* 25: 541-545.
- Kwak JE, Kim MJ, Park HY, Sim EY, Chun AR, Choi ID, Lee JS. 2021. Quality characteristics of rice noodles depends on the particle size of dry milled rice flour using palbangmi. *Korean J. Food Cook Sci.* 37: 238-244.
- Kwon SB, Kwon HJ, Lim JG, Park JS. 2019. Comparison of quality characteristics by rice powder particle size. *Culin. Sci. Hosp. Res.* 25: 63-71.
- Larrosa V, Lorenzo G, Zaritzky N, Califano A. 2016. Improvement of the texture and quality of cooked gluten-free pasta. *LWT-Food Sci. Technol.* 70: 96-103.
- Lee H, Jang EH, Lee JS, Hong WS, Kim YS, Han JA. 2012. Textural and sensory properties of rice noodle blended with of

- hydrocolloids. *Korean J. Food Cook Sci.* 28: 703-709.
- Lee JK, Lim JK. 2013. Effects of pregelatinized rice flour on the textural properties of gluten-free rice cookies. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 42: 1277-1282.
- Lee J, Jeong GA, Jeong J, Lee CJ. 2019. Quality characteristics of noodles supplemented with rice flour and shell powder. *Korean J. Food Sci. Technol.* 51: 221-226.
- Lee MG, Son SH, Choung MG, Kim ST, Ko JM, Han WY, Yoon WB. 2015. Effect of milling methods and particle size on rice cake (Baeksulgi) characteristics. *Food Eng. Prog.* 19: 1-7.
- Lee MJ, Hwang ES. 2016. Quality characteristics and antioxidant activity of rice sponge cake with added green tea powder. *Korean J. Food Sci. Technol.* 48: 354-360.
- Lee MK, Kim JO, Shin MS. 2004. Properties of nonwaxy rice flours with different soaking time and particle sizes. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36: 268-275.
- Lee SA. 2011. Physiological and quality characteristics of Sujebi and bakery products (white pan bread, yellow layer cake) added acorn powder. Ph.D. thesis, Sejong Univ., Seoul, Korea.
- Lee SH. 1992. Rice starch and rice flour as raw materials for food processing. *Bulletin Food Tech.* 5: 5-25.
- Lee WJ, Jung JK. 2002. Quality characteristics and preparation of noodles from brown rice flour and colored rice flour. *Korean J. Culinary Res.* 8: 267-278.
- Li C, You Y, Chen D, Gu Z, Zhang Y, Holler TP, Li Z. 2021. A systematic review of rice noodles: Raw material, processing method and quality improvement. *Trends Food Sci. Tech.* 107: 389-400.
- Lim KS, Hwang IK. 1999. Effects of hydrocolloids on wheat flour rheology. *J. Korean Soc. Food Sci.* 15: 203-209.
- Majzoubi M, Layegh B, Farahnaky A. 2014. Inclusion of oat flour in the formulation of regular salted dried noodles and its effects on dough and noodle properties. *J. Food Process. Preserv.* 38: 48-58.
- Min SH, Shin SH, Won MJ. 2010. Characteristics of noodles with added Polygonati odoratum powder. *J. East Asian Soc. Dietary Life.* 20: 524-530.
- Oda M, Yasuda Y, Okazaki S, Yamauchi Y, Yokoyama Y. 1980. A method of flour quality assessment for Japanese noodle. *Cereal Chem.* 57: 253-254.
- Park HY, Lee JH, Lee JS, Kim Y, Kwak JE. 2023. Analysis of general ingredients and micronutrient in rice flour, including the new variety 'Baromi2', and wheat flour. *Korean J. Food Sci. Technol.* 55: 271-277.
- Park JD. 2016. Study on processing properties of convenience rice product with different rice. *Food Sci. Ind.* 49: 71-77.
- Qin W, Lin Z, Wan A, Chen Z, He Y, Wan L, Liu L, Wang F, Ton LT. 2021. Influence of particle size on the properties of rice flour and quality of gluten-free rice bread. *LWT-Food Sci. Technol.* 151, 112236.
- Seo JH, Hong CY, Kim MY, Lee YJ, Lee YR, Chun A, Lee JS, Jeong HS. 2020. Physicochemical properties of rice cookies at various mixing ratios of rice and wheat flour. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 49: 1246-1251.
- Shin M. 2009. Rice-processed food. *Food Science and Industry* 42: 2-18.
- Song, JS, Oh MS. 1992. Effect of cooking with pressure cooker and particle size of rice flour on quality characteristics of packsulgi. *Korean J. Soc. Food Sci.* 8: 233-239.
- Stevens DJ EA. 1985. Starch Damage. *Adv. Cereal Sci. Technol.*
- Suwannaporn P, Wiwattanawanich K, Tester R.F. 2014. Effect of water requirement and alkali on wheat-rice noodle quality. *Starch-Stärke.* 66: 475-483.
- Yang SK, Park PS, Son JH, An KN. 2018. Environment-friendly and low-carbon agriculture for demand-supply control and food security of Korean rice. *Korean J. Org. Agric.* 26: 99-128.
- Yang HS, Kim CS. 2010. Quality characteristics of rice noodles in Korean market. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 39: 737-744.
- Yeh AI. 2004. Preparation and application of rice flour. In *Rice chemistry and technology*. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA. pp. 495-539.
- Yoon KH, Kim WM, Lee GH. 2020. Optimization for making rice pan bread by addition of processed rice flour. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 49: 876-882.

Author Information

- 오세아:** 국립식량과학원 중부작물부
윤지선: 국립식량과학원 중부작물부
박혜영: 국립식량과학원 중부작물부
김홍식: 국립식량과학원 중부작물부
최혜선: 국립식량과학원 중부작물부
박지영: 국립식량과학원 중부작물부