

바로미2의 밀가루 대체 가능성을 위한 제빵 적용 및 이화학 분석 평가

김가현^{1,2} · 김성후^{1,2} · 박성훈^{1,2*}

¹강릉원주대학교 식품영양학과, ²강릉원주대학교 해람제빵 연구소

Application of Baromi 2 Rice Flour on Baguette and Its Physicochemical Analysis

Ga Hyeon Kim^{1,2}, Sung Huo Kim^{1,2}, and Sung Hoon Park^{1,2*}

¹Department of Food & Nutrition, GangneungWonju National University

²Haeram Institute of Bakery Science, GangneungWonju National University

Abstract

This study aimed to apply rice flour Baromi 2 (B2) varieties developed by the Rural Development Administration in low-sugar baguette products. To achieve this, baguettes were produced using B2 at 10%, 20%, and 30% levels. As the content of B2 increased, the mixing time decreased, and the dough became sticky. Additionally, the dough fermentation ability was reduced. The finished products showed no significant difference in the external structure with varying B2 contents. However, the crust color containing B2 was darker than that of the control. In color value, the L* value decreased as the amount of added B2 increased, while the a* value and b* value increased. Furthermore, the sensory evaluation revealed that baguettes with a higher amount of B2 had a softer crumb and a crunchy crust, and with 20% substituted for B2, the sample obtained the highest score. From these results, it has been determined that B2 can substitute for up to 20% of wheat flour in bakery products.

Keywords: Baromi 2, lower gluten, healthy bread, cereal enzyme

서 론

쌀은 밀, 옥수수과 함께 세계 3대 곡물 중 하나로 전 세계 인구의 약 절반이 주식으로 사용하고 있으며 아시아 지역에서 생산되는 쌀의 양이 전체의 91%를 차지하고 있다(Choi, 2010). 우리나라에서는 쌀을 주식으로 이용해왔지만 식생활의 서구화로 인해 식품의 소비패턴 변화로 밥을 주식으로 하던 예전과 달리 밥 대신 빵이나 면 등 대체 식품의 섭취가 증가하고 있어 밥을 짓기 위한 쌀 소비는 지속하여 감소하고 있다(Choi et al., 2015). 따라서 정부에서는 쌀소비량 감소를 해결하기 위해 쌀 가공 산업 육성 및 쌀 이용계획을 수립하여 산업혁신 기반 강화와 유망 제품을 발굴하는 등의 정책을 추진하고 있다(Chu et al., 2023).

세계적으로 빵은 주로 밀가루를 이용하여 제조하고 있으며 지역에 따라 밀 이외에 보리, 귀리, 및 옥수수 등도 사용되고 있으나 밀가루의 관능적 품질 우수성으로 인하여 밀가루의 선호도가 여전히 높은 편이다(Kim, 1998; de

Alcântara et al., 2020). 빵은 전 세계적으로 가장 인기있는 주식이며 탄수화물, 단백질, 섬유질의 주요 식이 공급원이다(Li et al., 2022). 빵의 주재료인 밀의 글루텐은 공유 결합과 비공유 결합으로 상호작용하는 글리아딘과 글루테닌의 복잡한 네트워크로 이루어져 있다. 글루텐은 셀리악 병(celiac disease)의 원인 물질이며 밀에 대한 식품 알레르기에도 관여한다(Tranquet et al., 2015; Freitag, 2020). 글루텐은 액체와 혼합하면 글리아딘과 글루테닌 성분이 점성이 있고 탄력 있는 덩어리를 형성하여 반죽을 탄력 있게 만들고 신축성을 높이며 반죽에 점탄성을 부여한다(Bender et al., 2020; Stoin et al., 2021). 주로 제빵에 사용되는 밀가루는 총 단백질 함량이 10% 이상이어야 하고 이는 글루텐 단백질의 8% 이상에 해당한다(Wieser et al., 2023). 반면에 쌀은 단백질의 함량이 낮고 글리아딘을 함유하지 않아 글루텐을 생성하지 않기때문에 쉽게 소화되는 곡류로 빵류의 음식을 원하는 셀리악병으로 고통받는 환자에게 이상적인 대체식품으로 사용되고 있다(Gujral et al., 2003). 하지만 쌀은 글루텐을 함유하지 않아 제빵 적용 시 제품 소성에 어려움이 있다. 특히 글루텐이 없어 밀가루에 비해 탄성과 점성이 부족한 것이 쌀 빵에서 나타나는 조직감의 원인이 된다(Lee et al., 2013). 제빵 시 쌀 등의 밀 대체품이 도입되면 단백질의 작용 또는 섬유질과 글루텐 간의 간섭 및 수분 경쟁으로 인해 글루텐 형성이 제한되는 것도 질감

*Corresponding author: Sung Hoon Park, Department of Food & Nutrition, College of Life Sciences, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 25457, Korea

Tel: +82-33-640-2332; Fax: +82-33-640-2330

E-mail: sungpark@gwnu.ac.kr

Received October 28, 2023; revised November 15, 2023; accepted November 16, 2023

의 원인이 된다(Ferrero, 2017). 또한 쌀가루는 지방 산화로 인한 유통기한과 저장 품질 하락 문제를 가지고 있다(Jo et al., 2020).

이러한 문제점을 해결하기 위해 ‘바로미2(B2)’는 농촌진흥청에서 개발한 건식제분용 벼 품종으로 분질배유 원천 소재인 ‘수원 542호’와 항성 조생 벼 품종인 ‘조평’을 교배한 후대로 재배 안전성이 뛰어나다. 또한 곡립 경도가 2.9 kg으로 밀과 비슷한 낮은 분질 배유로 인해 기존의 밀 제분기 등을 활용한 건식 제분이 가능하며 손상전분 함량이 낮아 건식 쌀가루 제조 및 쌀 가공에 더 효율적이다(Ha et al., 2022). ‘바로미2’ 품종을 포함한 쌀가루 및 밀가루의 일반성분과 미량영양소 에서 ‘바로미2’를 포함한 쌀가루 3종과 대체 검토를 위한 밀가루 2종을 대상으로 일반 성분과 미량영양소를 분석한 결과 단백질 함량은 강력밀가루 > 박력밀가루 > ‘바로미2’ > 습식제분 쌀가루 > 건식제분 쌀가루로 쌀가루 중 ‘바로미2’가 가장 높았고, 또한 총 아미노산 함량은 쌀가루(61.71-64.58 mg/g)가 밀가루(81.49-150.97 mg/g)보다 현저히 낮은 수준이었으나, 총 아미노산 대비 필수 아미노산 조성은 쌀가루가 47.25-48.95%로 현저히 높았다(Park et al., 2023).

따라서 본 연구에서는 ‘바로미2’가 첨가된 빵의 기본적인 품질과 특성을 평가하고자 당류가 상대적으로 적게 들어가고, 기본 재료(밀가루, 물, 소금, 효모)만을 사용하는 바게트를 실험군으로 선정하였으며 쌀가루 소비 확대를 위해 ‘바로미2’를 유럽빵 계열인 바게트에 적용하여 밀가루 대체 쌀가루의 적정 혼합비율을 규명하고 ‘바로미2’ 함량 별 바게트의 제빵 적성을 검토하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험의 바게트를 제조하기 위해 사용된 밀가루는 T55 (grand moulin de paris S.A., Paris, France)를 사용하였으며, 천일염(TIMBO S.A., Buenos Aires, Argentina), 인스턴트드라이 이스트(Saf-instant red, Lesaffre Pte Ltd, France)를 사용하였다. 쌀가루는 농촌진흥청에서 개발한 품종인 ‘바로미2(평균입도(μm) 81.8±1.31, 손상전분(%) 5.6±0.11, 백도(CIE 값) 92.3±0.22, 회분(%) 0.59±0.02, 단백질(%) 6.6±0.16, 아밀로스(%) 18.0±0.59.)’를 사용하여 제품을 제조하였다.

제빵 공정

본 실험에 사용된 바게트의 제조는 AACC 표준 직접 반죽법(AACC, 2000)을 일부 수정하여, 밀가루를 대체하여 ‘바로미2’를 각각 10%, 20%, 30% 첨가하여 제조하였다. 배합비는 Table 1과 같다. 제빵 반죽은 버티컬 믹서(SK-20 Mixer, SK Mixer Co., LTD. Saitama, Japan)를 사용하여

Table 1. Composition of baguette ingredients

| Ingredients | Control | T1 | T2 | T3 |
|-------------------|---------|-----|-----|-----|
| T55 | 100 | 90 | 80 | 70 |
| Baromi 2 | | 10 | 20 | 30 |
| Solar salt | 2.1 | 2.1 | 2.1 | 2.1 |
| Instant dry yeast | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| Water | 65 | 65 | 65 | 65 |
| Additional water | 4 | 4 | 4 | 4 |

The following table represents the ingredients used in baguette production expressed in baker's percentage: control-contains 0% ‘Baromi 2’; T1-contains 10% ‘Baromi 2’; T2-contains 20% ‘Baromi 2’; T3-contains 30% ‘Baromi 2’.

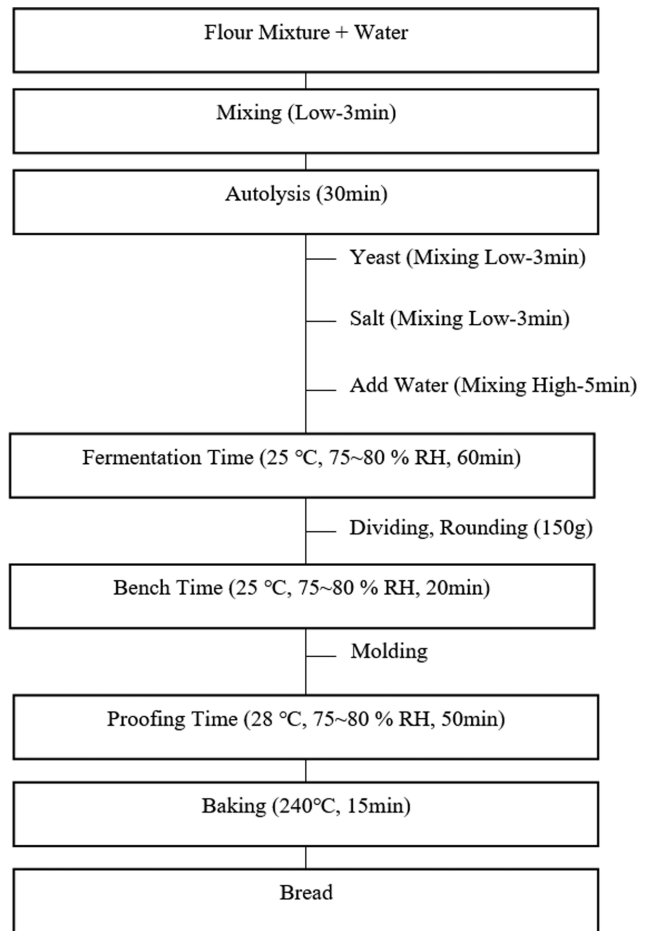


Fig. 1. Schematic diagram of baguette making process.

밀가루/쌀가루의 혼합물을 물과 혼합 후 실온에서 30분간 수화시켰다. 이 후 효모를 추가하여 저속으로 3분, 천일염 추가 후 저속으로 3분, 이후 고속으로 혼합하며 추가 급수를 공급하였다. 1차 발효는 발효기에서 온도 25°C, 습도 75-80% 조건으로 1시간 동안 진행하였다. 1차 발효 후 반죽을 150 g씩 분할하고, 실온에서 20분간 중간발효 후 성형하였다. 이 후 2차 발효는 온도 28°C, 습도 75-80% 조건으로 50분간 진행하였다(Fig. 1). 제품의 소성은 컨벡션 오븐(EURO 501, MAGMA) 240°C에서 15분 동안 베이킹

하였다. 완성된 제품은 실온에서 1시간 냉각 후 실험을 수행하기 전까지 폴리에틸렌 비닐에 넣어 보관하였다.

수분함량 측정

제품의 수분함량은 적외선수분측정기(FD-720 Kett, Tokyo, JAPAN)를 사용하여 측정하였다. 시료는 바게트의 crust와 crumb를 모두 믹서에 갈아 3.000±0.005 g을 채취하여 지름이 8 cm인 알루미늄 팬에서 측정하였다. 측정온도는 105°C에서 약 8분 정도 수행되었다. 결과는 백분율로 표시되었으며, 3회 반복 측정 후 평균값을 구하였다.

굽기 손실률 및 비용적 측정

제품의 굽기 손실률은 바게트 반죽의 중량과 바게트 제품의 중량을 이용하여 아래와 같이 계산되었다. 비용적은 부피밀도측정기(VOLSCAN VSP300 Stable Micro Systems Ltd, GU, UK)에 의해 측정속도 4 mm/sec로 측정되었다. 모든 샘플은 5회 반복 측정 후 평균값을 구하였다.

$$\text{굽기손실률(\%)} = \frac{\text{반죽의 무게(g)} - \text{제품의 무게(g)}}{\text{반죽의 무게(g)}} \times 100$$

색도 측정

바게트의 색도는 색차계(CHROMA METER CR-400 KONICA MINOLTA, Tokyo, JAPAN)을 사용하여 바게트의 crust의 L* 값(명도), a* 값(적색도), b* 값(황색도)를 측정하였다. 사용한 표준 백판의 Y 값은 92.5, x 값 0.3137, y 값 0.3197이었다. 측정된 L*, a*, b* 매개변수로 crust의 BI (Browning Index)를 아래식과 같이 계산하였다. 모든 측정은 5회 반복측정 후 평균 값을 구하였다.

$$BI = \frac{[100 \times (x - 0.31)]}{0.172}$$

$$x = \frac{(a^* + 0.75 \times L^*)}{(5.645 \times L^* + a^* - 3.012 \times b^*)}$$

통계분석

결과에 대한 통계는 SPSS (Statistical Package for the Social Sciences)를 이용하여, ANOVA 및 Turkey test로 사후검증 하였다. 유의수준은 $p < 0.05$ 수준에서 검증되었다.

결과 및 고찰

수분함량

B2 첨가 바게트 소성 24시간 후 수분 함량을 측정한 결과는 Table 2와 같다. 제조 24시간 후 대조군은 33.31%, B2 10% 첨가군은 33.25%, 20% 첨가군은 32.14%, 30% 첨가군은 33.77%로 각 샘플들 간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 이는 밀가루와 쌀가루의 수화 정도의 차이가

Table 2. Moisture content and baking loss weight of baguette containing 'Baromi 2'

| | Moisture content (%) | Baking loss rate (%) |
|---------|------------------------------|--------------------------|
| Control | 33.31±0.50 ^{1)2)NS} | 20.00±0.62 ^a |
| T1 | 33.25±0.63 | 18.95±0.36 ^{ab} |
| T2 | 32.14±0.57 | 20.41±0.72 ^a |
| T3 | 33.77±0.41 | 18.12±0.62 ^b |

¹⁾No significantly different between for each groups at $p < 0.05$ by Turkey multiple range test Each values are mean±S.D.

²⁾NS = Non-Significant

크지 않기 때문에 제품에서의 수분 함량은 큰 차이가 없는 것으로 사료된다.

굽기손실률 및 비체적 분석

B2 함유 바게트 소성 24시간 후 굽기손실률을 측정한 결과는 Table 2와 같다. 굽기 손실률은 각각 대조군 20.00%, B2 10% 첨가군은 18.95%, 20% 첨가군은 20.41%, 30% 첨가군은 18.21%로 대조군과 B2 10%, 20% 첨가군은 유의적인 차이가 나타나지 않았으나, B2 30% 첨가군은 다른 샘플들 과의 유의적인 차이가 나타났다. 쌀가루와 밀가루의 수분 흡수율이 상이하고 재료 자체에 함유하고 있는 효소의 함량 및 성분도 다르기 때문에 발효과정, 제품공정에서 쌀가루 함량이 많아질수록 굽기 손실률이 커지는 것을 확인하였다. 굽기 손실률은 수분과 휘발성 성분의 증발로 인한 무게 손실을 나타내는 지표로 이는 열과 접촉하는 면적이 넓을수록 증가하기 때문에 바게트의 coupe 모양 및 크기에 따른 오차가 나타난 것이라고 판단된다(Hwang et al., 2018; Min et al., 2022). B2 함유 바게트의 비체적을 측정한 결과는 Fig. 2와 같다. 비체적은 대조군 2.44 mL/g, B2 10% 첨가군 2.06 mL/g, 20% 첨가군 1.94 mL/g, 30%

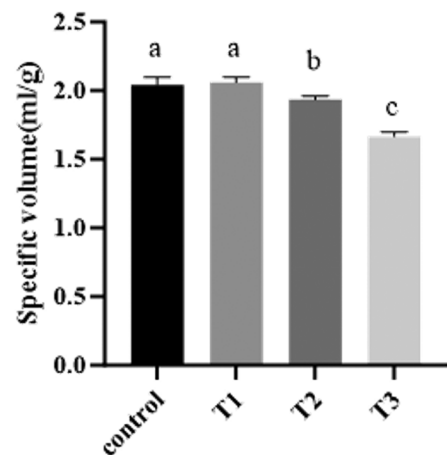


Fig. 2. Specific volume of B2 contained baguette. Control-contains 0% 'Baromi 2'; T1-contains 10% 'Baromi 2'; T2-contains 20% 'Baromi 2'; T3-contains 30% 'Baromi 2'; a,b,c-different letters above each type of column indicate statistical difference at $\alpha = 0.05$.

Table 3. Color analysis of baguette containing ‘Baromi 2’

| | L* | a* | b* | BI |
|---------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Control | 65.64±1.82 ^a | 10.32±1.44 ^a | 26.86±1.86 ^a | 62.68±7.20 ^a |
| T1 | 62.50±2.52 ^b | 13.13±1.45 ^b | 29.75±1.21 ^b | 77.76±6.96 ^b |
| T2 | 60.78±2.48 ^c | 14.02±1.19 ^{bd} | 29.55±0.87 ^b | 80.98±4.73 ^{bc} |
| T3 | 58.21±2.86 ^d | 15.33±2.72 ^d | 29.85±0.83 ^b | 88.50±9.68 ^c |

Color analysis of Baguette; control-contains 0% ‘Baromi 2’; T1-contain 10% ‘Baromi 2’; T2-contain 20% ‘Baromi 2’; T3-contain 30% ‘Baromi 2’; a,b,c,d-different letters above each type of column indicate statistical difference at $\alpha = 0.05$.

첨가군 1.67 mL/g로 대조군과 B2 10% 첨가군은 유의적인 차이가 나타나지 않았으나, B2의 함량이 높아질수록 비체적이 작아지는 경향을 보였다. 쌀가루 첨가량 증가에 따른 부피 감소는 반죽 내에 글루텐의 함량이 부족하여 발효 중에 생성되는 가스를 포집할 수 있는 능력이 떨어지기 때문으로 판단된다. 쌀가루의 첨가량을 늘리고 밀가루 제품과 유사한 비체적 결과를 위해선 추가적인 원료 적용을 통한 최적화가 필요할 것으로 사료된다. 위 결과에 따라서 밀가루 대체 10%까지는 바게트 제품의 비체적에 영향을 주지 않으며 쌀가루와 원료들 간의 상호 작용이 제품력에 미치지 않기 때문에 상품적인 가치가 있을 것으로 생각된다.

외관과 색도측정

B2를 함량 별로 제조한 바게트 crust의 색도 측정 결과는 Table 3과 같다(Fig. 3). 제조 24시간 후 바게트 껍질의 L* 값은 대조군이 65.64, B2 10% 첨가군이 62.50, 20% 첨가군이 60.78, 30% 첨가군이 58.21로 B2의 첨가량이 증가할수록 L* 값이 감소하였다. 적색도를 나타내는 a* 값은

대조군이 10.32, B2 10% 첨가군이 13.13, 20% 첨가군이 14.02, 30% 첨가군이 15.33으로 B2 함량이 높을수록 높아졌다. 이는 gluten-free 쌀 쿠키의 조직감에 관한 호화 쌀가루의 영향의 백색도는 감소하고 적색도는 증가된다는 결과와 일치한다(Lee & Lim, 2013). 황색도를 나타내는 b* 값은 대조군 26.86, B2 10% 함유 29.75, 20% 함유 29.55, 30% 함유 29.85로 대조군 대비 실험군의 값이 높게 나타났으며, 대조군을 제외한 나머지 샘플들 간의 유의적 차이는 나타나지 않았다. 측정된 L*, a*, b* 값을 바탕으로 browning index (BI)를 계산한 결과 B2의 함량이 높아질수록 BI 값이 증가하였으며, 이는 쌀가루 첨가 식빵의 제빵 특성(Choi, 2010; Baek & Koh, 2014)에서 쌀가루 함유 제품의 L* 값이 대조군에 비하여 높아진다는 결과와 반대의 결과가 나타났다. 상대적으로 당 함량이 적은 바게트는 식빵과 비교시 발효시간, 발효 온도, crust 색상을 나타내는 발효 후 잔여 당 등의 차이가 있기 때문에 식빵과 상반된 결과가 나온 것으로 생각된다.

요 약

본 연구는 쌀가루 소비 확대를 위하여 ‘바로미2’를 빵에 적용하여 제빵적합성을 평가하고자 ‘바로미2’ 10%, 20% 30%를 첨가하여 바게트를 제조하였다. 바게트의 수분함량은 각 샘플들 간의 유의한 차이가 나지 않았다. 굵기손실률은 대조군과 10%, 20% 첨가군 사이에는 차이가 나지 않았으며 30% 첨가군은 대조군에 비해 낮은 결과가 나타났다. 바게트의 비체적은 쌀가루의 함량이 높아질수록 감소하였지만 대조군과 쌀가루 10% 첨가군의 비체적은 유의한 차이가 나타나지 않았다. 바게트의 쌀가루 첨가량이 높아질수록 L* 값이 감소하고, a* 값과 b* 값이 증가하였다. 이에 따라 쌀가루 함량이 높을수록 BI (browning index) 값이 증가하는 경향을 보였다. 따라서 바게트 제조 시 쌀가루를 10% 수준으로 대체하는 것은 밀가루 100% 제품과 품질이 유사한 것을 증명하였고, 저당 제품군에 속한 바게트 제품에서의 쌀가루 최대 대체 비율은 10%가 가장 적합하다고 판단된다. 또한 쌀가루의 밀가루 대체를 통한 글루텐 저감 제품 연구에도 박차를 가할 수 있을 것으로 사료된다.

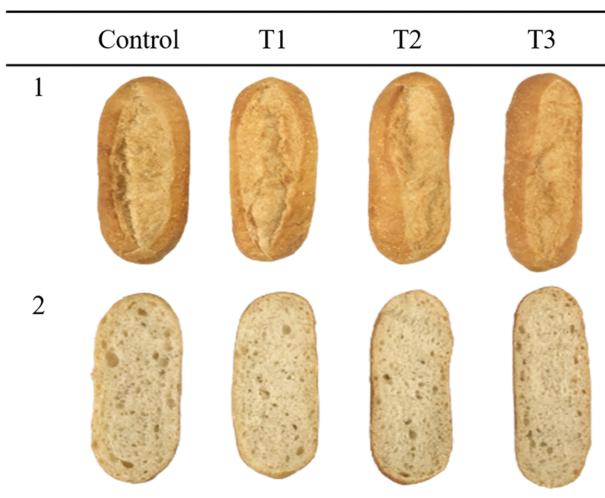


Fig. 3. Cross-section analysis of baguette contained ‘Baromi 2’. Baguette crust (image at the top-1) and cross section (image at the bottom-2); control : contains 0% ‘Baromi 2’; T1: contain 10% ‘Baromi 2’; T2 : contain 20% ‘Baromi 2’; T3 : contain 30% ‘Baromi 2’.

감사의 글

이 논문은 농촌진흥청에서 지원하는 ‘쌀가루 소비 확대를 위한 저장 중 품질유지 및 이용성 증진 기술 개발’(과제 번호: RS-2022-RD010419) 및 2022년도 강릉원주대학교 학술연구조성비 지원에 의하여 수행되었습니다.

References

- AACC. 2000. 10-10.03 Optimized straight-dough bread-making method. AACC Official Method.
- Baek JE, Koh BK. 2014. Bread and noodle making potential of commercial rice flour. *J. Living Sci. Res.* 40: 25-34.
- Bender D, Schönlechner R. 2020. Innovative approaches towards improved gluten-free bread properties. *J. Cereal Sci.* 91: 102904.
- Choi EJ, Park JD, Kim CH, Kim YB, Kum JS, Jeong YH. 2015. Effect of stored rice on quality characteristics of instant rice noodles. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 44: 1356-1363.
- Choi ID. 2010. Substitution of rice flour on bread-making properties. *Korean J. Food Preserve.* 17: 667-673.
- Chu JH, Choi JH, Go ES, Choi HY. 2023. Quality characteristics of muffins prepared with different types of rice flour. *Korean J. Food Preserve.* 30: 630-641.
- de Alcântara RG, de Carvalho RA, Vanin FM. 2020. Evaluation of wheat flour substitution type (corn, green banana and rice flour) and concentration on local dough properties during bread baking. *Food Chem.* 326: 126972.
- Ferrero C. 2017. Hydrocolloids in wheat breadmaking: A concise review. *Food Hydrocoll.* 68: 15-22.
- Freitag TL, Podojil JR, Pearson RM, Fokta FJ, Sahl C, Messing M, Andersson LC, Leskinen K, Saavalainen P, Hoover LI, Huang K, Phippard D, Maleki S, King NJC, Shea LD, Miller SD, Meri SK, Getts DR. 2020. Gliadin nanoparticles induce immune tolerance to gliadin in mouse models of celiac disease. *Gastroenterology* 158(6): 1667-1681.
- Gujral HS, Guardiola I, Carbonell JV, Rosell CM. 2003. Effect of cyclodextrinase on dough rheology and bread quality from rice flour. *J. Agric. Food Chem.* 51(13): 3814-3818.
- Hwang KH, Jung HN, Choi OJ. 2018. Quality characteristics of milk bread added blueberry starter. *Korean J. Food Preserve.* 25: 296-303.
- Ha SK, Kim BK, Hwang WH, Mo YJ, Jeong JM, Lee DK, Kim WJ, Kim JJ, Jeung JU. 2022. Early maturing rice variety “Baromi 2” with a floury endosperm and suitable for dry-milling of rice grain. *Korean J. Breed. Sci.* 54(4): 433-441.
- Jo YJ, Chun AR, Sim EY, Park HY, Kwak JE, Kim MJ, Lee CK. 2020. Changes in the pasting properties and fatty acid values of dry-milled rice flour at different storage temperatures. *Korean J. of Food Sci. Technol.* 52(4): 396-402.
- Kim JS. 1998. Effects of amylose content on quality of rice bread. *Korean J. of Food Sci. Technol.* 30: 590-595.
- 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.
- Li C, Dhital S, Gidley MJ. 2022. High-amylose wheat bread with reduced in vitro digestion rate and enhanced resistant starch content. *Food Hydrocoll.* 123: 107181.
- Min UJ, Ha YR, Kim JH, Jang HW. 2022. Quality characteristics and antioxidant activity of vegan lentil (*Lens culinaris*) cookies with different types and content of vegetable oil. *Korean J. Food Sci. Technol.* 54: 320-326.
- Park HY, Lee JH, Lee JS, Kim Y, Kwak JE. 2023. Analysis of general ingredients and micronutrient in rice flour, including the new variety ‘Baromi 2’, and wheat flour. *Korean J. Food Sci. Technol.* 55: 271-277.
- Stoin D, Jianu C, Poiana MA, Alexa EC, Velcirov AB. 2021. Current trends in the use of unconventional raw materials for the development of gluten-free bakery and pastry products with high nutritional value: A review. *J. Agroalim. Processes Technol.* 27(4): 378-391.
- Tranquet O, Lupi R, Echasserieau-Laporte V, Pietri M, Larré C, Denery-Papini S. 2015. Characterization of antibodies and development of an indirect competitive immunoassay for detection of deamidated gluten. *J. Agric. Food Chem.* 10-63(22): 5403-5409.
- Wieser H, Koehler P, Scherf KA. 2023. Chemistry of wheat gluten proteins: Quantitative composition. *Cereal Chem.* 100(1): 36-55.

Author Information

김가현: 강릉원주대학교 식품영양학과 석사과정 학생

김성후: 강릉원주대학교 식품영양학과 석사과정 학생

박성훈: 강릉원주대학교 식품영양학과 조교수