Food Eng. Prog.
Vol. 18, No. 4. pp. 319~324 (2014.11)
DOI http://dx.doi.org/10.13050/foodengprog.2014.18.4.319
ISSN 1226-4768 (print), ISSN 2288-1247 (online)

산업식품공학
Food Engineering Progress

쌀가루의 입자크기가 글루텐 프리 쌀 식빵 제조에 미치는 영향

강태영 · 최은혜 · 조혜영 · 윤미라[1] · 이점식[1] · 고상훈*
세종대학교 식품공학과, [1]농촌진흥청 국립식량과학원

Effects of Rice Flour Particle size on Quality of Gluten-free Rice Bread

Tae-Young Kang, Eunhye Choi, Hye Young Jo, Mi-Ra Yoon[1], Jeom-Sig Lee[1], and Sanghoon Ko*
Department of Food Science and Technology, Sejong University
[1]National Institute of Crop Science, Rural Development Administration

Abstract

This study investigated the effects of the particle size distribution of rice flour on the quality of a gluten-free rice bread. Seolgaeng (SG), a type of japonica cultivar, was milled for producing rice flours and then screened using 100, 200, and 300 mesh sieves for sorting the rice flour. Rice flour characteristics including: amylose content, damaged starch content, moisture content, average particle size and particle morphology were examined as well as the gluten-free rice bread characteristics: specific volume, crumb hardness, and appearance. The SG rice particles showed low starch damage compared to those milled of common rice cultivars since the starch granules of SG were relatively round shaped. The specific volumes of gluten-free rice breads prepared with the flours passed through 100, 200 and 300 mesh sieves were 3.19, 3.36 and 1.41 mL/g respectively. In this study, the gluten-free rice bread prepared from the flour passed through the 200 mesh sieve showed the best quality since the texture of its crumbs were relatively soft and the color of its crust appeared good.

Key words: rice flour, particle size, gluten-free rice bread, Seolgaeng cultivar

서 론

쌀은 나트륨과 단백질의 함량이 낮고 글리아딘을 함유하지 않으며 밀에 비하여 상대적으로 쉽게 소화되는 곡류로(Gujral et al., 2003), 이를 제분하여 만든 쌀가루는 밀가루를 대체하여 다양한 식품을 제조하는데 사용되고 있으며 최근 글루텐 프리 빵을 제조하는데 활용되고 있다(Ashida et al., 2010). 그러나 글루텐을 형성하지 못하는 쌀은 제빵 분야에서 좋은 품질의 제품을 생산하기에 어려움이 있다고 알려져 있으며(Torbica et al., 2010), 이를 보완하기 위해 효소제나 잔탄검, hydroxypropyl metylcellulose(HPMC) 등의 하이드로콜로이드를 글루텐 대체재로 사용하는 많은 연구가 진행되어 왔다(Moore et al., 2006). 쌀을 이용하여 빵을 만드는데 있어 또 다른 문제점은 쌀알의 경도가 밀에 비해 높아 밀가루와 같이 미세한 입자를 갖도록 제분하는데 어려움이 따르는 것이다.

큰 입자를 많이 포함하는 쌀가루는 반죽 공정에서 단백질, 물, 글루텐 대체재 등과 잘 섞이지 못하게 되므로 수화되는 능력이 떨어지게 되고 HPMC가 형성하는 구조를 약하게 하여 빵 crumb 내에 큰 구멍을 만들어 품질을 저하시킨다(Hera et al., 2013). 반면, 미세한 입자를 얻기 위해 제분되는 쌀가루는 전분의 손상을 많이 입게 되고 이때 발생된 과도한 양의 손상 전분은 발효과정에서 빠르게 수화된 후 알파아밀레이스에 의해 가수분해되어 결과적으로 작은 부피의 빵을 만드는 등 제빵 적성에 적합하지 않은 것으로 보고되고 있다(Tran et al., 2011). 따라서 적절한 입도분포를 가진 쌀가루를 재료로 빵을 제조하는 것이 좋은 품질의 제품을 제조할 수 있다고 판단된다.

최근 개발된 쌀 품종인 설갱은 아밀로오스 함량 18% 이상, 낮은 단백질 함량, 둥근 전분모양을 가지는 연질미로 쉽게 분쇄되는 특징이 있다(Oh et al., 2011). 이러한 특징을 갖는 설갱은 건식 방법으로 제분하여도 전분의 손상도를 낮게 유지하며 제분할 수 있는 특징을 보여 글루텐 프리 제조방법을 통해 빵을 제조하는데 적합한 쌀 품종으로 보고되고 있다(Kang et al., 2013). 하지만, 글루텐 프리 쌀 가공품 제조 시 쌀가루의 입자 크기는 빵 제조 시 최종 제

*Corresponding author: Sanghoon Ko, Department of Food Science and Technology, Sejong University, 98 Gunja-dong, Gwangjin-gu, Seoul, 143-747, Republic of Korea
Tel: +82-2-3408-3260; Fax: +82-2-3408-4319
E-mail: sanghoonko@sejong.ac.kr
Received July 20, 2014; revised September 1, 2014; accepted September 1, 2014

품 특성에 많은 영향을 미치게 된다고 알려져 있는데 (Araki et al., 2009; Hera et al., 2013), 쌀가루의 입자크기가 글루텐 프리 쌀 식빵 가공적성에 미치는 영향에 대한 연구는 아직 미미하다.

따라서 본 연구의 목표는 제빵 적성에 적합한 쌀 품종으로 판단되는 설갱을 건식 제분하여 각각 100, 200, 300 mesh 체를 통과시켜 입도를 구분한 쌀가루를 이용하여 글루텐 프리 쌀 식빵을 제조하고 제조된 쌀 식빵의 비체적, 물성, 색도, 외관사진을 분석하고 입도가 글루텐 프리 쌀 식빵에 미치는 영향을 조사하는 것이다.

재료 및 방법

재료

실험에 사용한 쌀 품종 설갱은 농촌진흥청 국립식량과학원에서 지원받아 사용하였으며 기류식 제분기(Air-Classification Mill)를 이용하여 5 마력 3.75 kw 조건으로 건식 제분하여 사용하였다. 쌀가루 입자크기는 각각 100, 200, 300 mesh 체를 통과시켜 분류하였으며 글루텐 프리 쌀 식빵 제조에 필요한 재료로 소금(Daesang Co., Ltd., Muan, Korea), 설탕(Samyang Co., Ltd., Ulsan, Korea), 카놀라유(Cheiljedang Co., Ltd., Incheon, Korea), 인스턴트 이스트(Saf-instant, Lesaffre, Lille, France)는 시중에서 구입하여 사용하였고 hydroxypropyl methylcellulose(HPMC)는 삼성정밀화학에서 제공받아 사용하였다.

글루텐 프리 쌀 식빵 제조

글루텐 프리 쌀 식빵 제조는 Hera의 방법(Hera et al., 2013)을 참조하여 직접 반죽법으로 Kitchen-Aid Professional mixer(Kitchen Aid Mixer, St Joseph, MI, USA)를 이용하여 제조하였다. 글루텐 프리 쌀 식빵 배합비는 쌀가루 600 g, 인스턴트 이스트 18 g, 소금 12 g, 설탕 30 g, 카놀라유 36 g, HPMC 24 g으로 결정하였다. 제빵과정에서 쌀가루의 입자크기는 반죽을 형성하기 위한 가수량에 영향을 미친다. 따라서 유사한 물성의 반죽을 형성하기 위한 예비 실험을 진행하였으며, 적합한 첨가되는 물 함량은 쌀가루 입도에 따라 100, 200, 300 mesh 각각 420 g, 480 g, 540 g(쌀가루 대비 각각 70, 80, 90%)으로 결정하였다. 쌀가루와 HPMC를 1분간 혼합하고 설탕, 소금, 이스트를 물과 함께 2분간 혼합한 후 카놀라유를 넣고 6분간 혼합하였다. 완성된 반죽을 170 g씩 분할한 후 지름 5 cm 높이 9 cm인 원통형태로 동일하게 성형하였다. 완성된 반죽을 틀에 넣고 온도 30°C, 습도 90%로 미리 설정해 놓은 발효기에서 40분간 발효한 후 윗불 185°C, 아랫불 185°C로 예열된 전기오븐(Daeyoung Co., Anshan, Korea)에서 25분간 구워 글루텐 프리 쌀 식빵을 제조하였다. 제조된 쌀 식빵은 1시간 동안 실온에서 방랭한 후 플라스틱 팩에 넣어 데시케이터에 보관하였고 24시간 이내에 모든 측정을 완료하였다.

입자형태 분석

제분된 쌀가루의 형태 분석을 위해 scanning electron microscope(S-4300, Hitachi, Tokyo, Japan)를 이용하여 가속 전압 15 kV에서 300 배로 확대하여 관찰하였다.

아밀로오스 함량 분석

아밀로오스 함량 분석은 Juliano의 비색정량법(Juliano, 1985)에 따라 쌀가루 100 mg에 95% ethanol과 1 N 수산화나트륨을 가하고 100°C에서 10 분 간 호화 시킨 후 냉각시킨다. 호화액에 1 N 아세트산과 2% I_2-KI 용액을 첨가하여 정색반응을 시킨 후 분광광도계(Evolution 500, Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, USA)를 이용한 620 nm의 파장에서의 흡광도를 측정하고, 표준 곡선을 이용하여 아밀로오스 함량을 계산하였다.

평균입자 크기 분석

쌀가루의 입자크기를 측정하기 위해 Malvern 입도분석기(Mastersizer 2000, Malvern Instruments, Worcestershire, UK)로 측정하였다. 측정을 위한 분산용매는 에탄올을 이용하였으며, 0.03% 쌀가루 농도 조건으로 측정하였으며 이를 평균입자크기(μm)로 나타내었다.

손상전분 함량 분석

쌀가루 손상전분 함량은 AACC method 76-31에 의한 손상전분 분석 키트(Megazyme International Ltd., Wicklow, Ireland)를 사용하여 측정하였다.

비체적 측정

쌀 식빵의 비체적은 부피측정기(VSP600, Stable Micro System Ltd., Surrey, UK)를 이용하여 측정하였다. 쌀 식빵을 측정장치에 수직으로 넣은 후 스캔 간격 1 mm 로 설정하여 6 회 반복 측정하여 부피(mL)와 무게(g)의 비로 나타내었다.

Crumb 경도 측정

쌀 식빵의 crumb 부분의 경도를 측정하기 위해 texture analyzer(TMS-Pro, Food Technology Co., Sterling, VA, USA)를 사용하였다. 제조된 식빵을 두께 2 cm로 자르고 플랫폼 위에 올려 놓은 후 지름 20 mm 플라스틱 프로브(probe)로 변화율 50%, 프로브 이동속도 20 mm/min 조건으로 압축하여 측정하였다. 나타난 그래프에서 최고점을 경도(hardness)로 나타냈었다.

Crust 색도 측정

색차계(CR-300, Minolta Co., Ltd., Osaka, Japan)를 이용

하여 제조된 쌀 식빵의 Crust 부분을 측정하여 L (명도), a (적색도), b (황색도) 값으로 나타내었다. 6 회 반복 측정하였으며 이때 색차계의 표준값은 L=98.07, a=0.18, b=1.57 이었다.

식빵 단면 사진

식빵 crumb 구조 및 쌀 식빵 형태를 알아보기 위해 시료의 가장 높은 위치에서 단면 방향으로 시료를 자른 후 식빵을 스튜디오에 올려놓은 후 형광등을 킨 상태에서 디지털카메라를 이용하여 촬영하였다.

통계 분석

본 연구에서 얻어진 자료는 평균과 표준편차로 나타내었으며 통계분석은 SAS(SAS v. 9.1, SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA) 통계 프로그램을 이용하여 실시 하였다. 모든 분석은 3 회 이상 실시하였고, 각 Table에는 평균과 표준편차로 나타내었다.

결과 및 고찰

쌀가루 성분 분석

쌀가루의 입도에 따른 성분 변화를 분석하고자 쌀가루의 수분함량, 단백질, 아밀로오스, 손상전분함량, 입자크기를 분석하여 Table 1에 나타냈다. 입도에 따른 수분함량은 약 13%로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 100 mesh체를 통과한 쌀가루와 200 mesh체를 통과한 쌀가루의 아밀로오스 함량은 19.5%, 19.6%로 유의적인 차이를 나타내지 않았고 300 mesh체를 통과한 쌀가루의 경우 18.7%로 낮게 측정되었다. 쌀 식빵을 제조하는데 있어 아밀로오스 함량은 중요한 요소이며 중간 정도의 아밀로오스 함량이 가장 적합하다고 보고되고 있다(Han et al., 2012). 100, 200, 300 mesh 체를 통과한 쌀가루 모두 적합한 것으로 사료된다. 100, 200, 300 mesh 체를 통과한 쌀가루의 단백질 함량은 각각 7.4, 5.7, 5.7%로 측정되었다. 쌀 단백질은 대부분 소수성이며 물에 팽윤되지 않는 특성이 있어 쌀 식빵 제조 시 단백질함량이 낮을수록 제빵 적성에 적합하다고 보고되고 있다(Lumdubwong & Seib, 2000). 단백질함량의 경우 입자크기가 미세할수록 감소하는 경향을 보이는데 200 mesh와 300 mesh 체를 통과한 쌀가루가 제빵적성에 적합할 것으로 판단된다. 손상전분함량의 경우 입도별로 각각 4.8, 5.0, 9.0%로 나타났다. 설갱의 경우 쌀알의 경도가 일반적인 쌀 품종과 달리 낮아 쌀가루로 제분 시 전분의 손상을 최소화하며 제분 할 수 있는 특징이 있다(Yoon et al., 2011). 손상전분함량은 쌀 식빵의 비체적과 부의 상관관계를 보이는데(Araki et al., 2009) 100 mesh와 200 mesh 체를 통과한 쌀가루는 300 mesh 체를 통과한 쌀가루 보다 큰 부피를 갖는 쌀 식빵이 제조될 것으로 판단된다. 200 mesh 체를 통과한 쌀가루의 경우 낮은 단백질함량, 중간 아밀로오스 함량, 손상전분을 최소화하며 미세하게 제분되는 특징이 있어 제빵 적성에 적합할 것으로 판단된다.

Table 1. Flour characteristics of the size-different rice flours passed through 100, 200 and 300 mesh sieves.

	100 mesh	200 mesh	300 mesh
Moisture content (%)	13.3±0.03[a]	13.6±0.19[a]	13.6±0.06[a]
Protein content (%)	7.4 ±0.07[a]	5.7±0.02[b]	5.7±0.00[b]
Amylose content (%)	19.5±0.45[a]	19.6±0.22[a]	18.7±0.16[b]
Damaged starch content (%)	4.8±0.36[b]	5.0±0.48[b]	9.0±0.49[a]
Mean particle size (μm)	96.9±1.15[a]	63.5±1.92[b]	28.3±0.05[c]

Means with the different letters in the same row are significantly different at the 5% level.

쌀가루 입자 형태 분석

100, 200, 300 mesh 체를 통과한 쌀가루의 평균입자크기는 각각 96.9, 63.5, 28.3 μm로 통과하는 체의 크기에 따라 작아지는 것을 확인할 수 있었다. 쌀가루를 이용한 제품에서 가루의 입자크기는 반죽 및 최종 제품의 특성에 영향을 미치는 중요한 요소이다(Hera et al., 2013). 본 실험에서 글루텐 대체재로 사용한 HPMC는 열에 안정한 네트워크를 형성하여 빵의 크기를 유지하며 수분함량을 유지할 수 있는 능력을 갖는다(Bell, 1990). SEM 측정결과 100 mesh 체를 통과한 쌀가루 입자는 100 μm 이상의 쌀가루도 관찰되는 것을 확인할 수 있는데(Fig. 1A) 이러한 큰 입자의 쌀가루는 HPMC의 네트워크 형성을 방해하고(Hera et al., 2013) 또한, 전분이 호화 되는데 있어 오랜 시간과 높은 온도를 필요로 하게 된다(Kadan et al., 2008). 이로 인해 100 mesh 체를 통과한 쌀가루를 이용하여 제조된 쌀 식빵은 작은 부피와 crumb 내 균일하지 못한 기공을 갖게 될 것으로 사료된다. 200 mesh 체를 통과한 설갱 쌀가루는 HPMC의 네트워크 형성을 방해하지 않을 만큼 미세하고 (Fig. 1B), 100 mesh 체를 통과한 쌀가루와 비슷한 수준의 손상전분함량을 가져 제빵 적성에 유리할 것으로 생각된다. 반면 SEM 사진에서 300 mesh 체를 통과한 쌀가루의 관찰결과 10 μm 수준의 매우 미세한 입자가 많이 관찰되는 것을 확인할 수 있는데(Fig. 1C), 이는 쌀가루의 표면적의 증가 및 높은 손상전분 함량으로 반죽 제조 시 물을 과량(90%)으로 첨가해야만 반죽이 형성되는데 이로 인해 반죽이 부풀지 못하고 빵의 부피가 작아진 것으로 판단된다. 이는 미세한 가루입자에서 반죽 발효 시 가장 적은 가스 발생량을 나타내며 낮은 비체적을 갖는 빵이 제조되었다는 Hera의 연구와 유사한 결과를 나타냈다(Hera et al., 2013). 쌀알의 경도가 낮은 설갱은 200 mesh 체를 통과하는 미세한 쌀가루로 분쇄되는데 있어서도 전분에 손상을 적게 주며 반죽 내 HPMC의 네트워크 형성을 방해지 않아 빵을 만드는데 적합한 성질을 가질 수 있는 것으로 보인다.

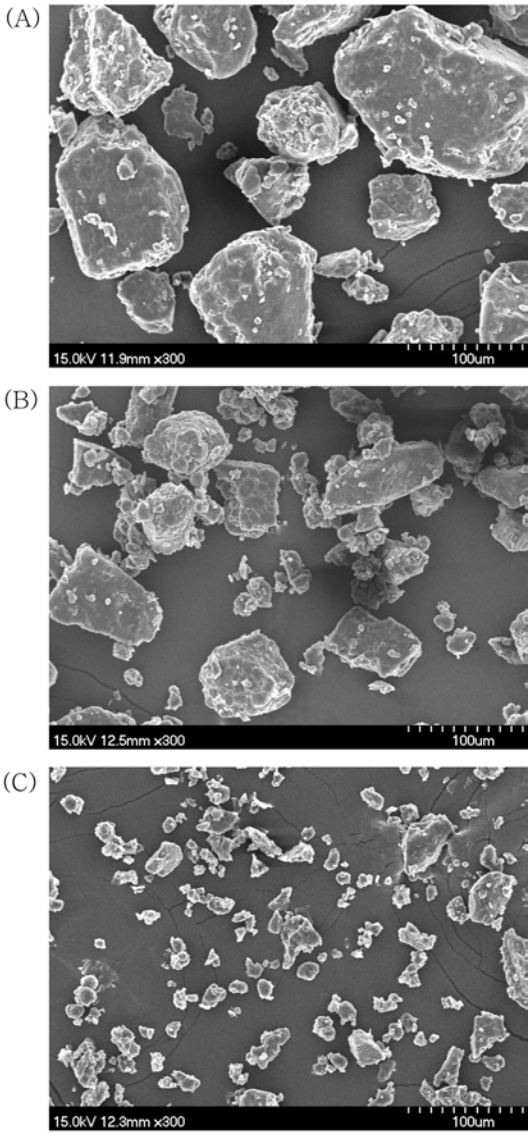

Fig. 1. SEM images of the size-different rice flours passed through (A) 100, (B) 200 and (C) 300 mesh sieves.

쌀 식빵의 부피, crumb 경도 및 색도

100, 200, 300 mesh 체를 통과한 쌀가루로 제조된 쌀가루로 제조한 글루텐 프리 쌀 식빵의 비체적은 각각 3.19, 3.36, 1.41 mL/g으로 측정되었다. 100 mesh 체를 통과한 쌀가루로 제조한 쌀 식빵은 비교적 큰 입자크기를 갖는데 쌀가루의 큰 입자크기는 HPMC의 네트워크 형성을 방해하여 발효 시 이스트에 의해 생성되는 이산화탄소 가스를 반죽 내에 온전히 포함할 수 없고 그로 인해 부피가 작게 나타나고 crumb 내 불균일한 기공이 생성된 것으로 보인다. 200 mesh 체를 통과한 쌀가루는 미세한 입자를 가져 HPMC의 네트워크 형성에 영향을 미치지 않고, 이러한 미세한 쌀가루는 빵 제조 시 첨가되는 물과 상호작용에서 넓은 비표면적을 가져 수화가 잘 일어나고 빠르게 전분의 호화과정이 진행되므로(Ashida et al., 2009), 가장 큰 비체적을 갖게 되는 것으로 판단된다. 반면 300 mesh 체를 통과한 쌀가루로 제조된 쌀 식빵의 경우 매우 낮은 비체적을 갖는데, 이는 제분 과정 중에 과도한 전분의 손상으로 인해 반죽 발효 시 효모의 아밀레이스에 의해 상대적으로 많은 덱스트린이 생성되고 과도한 양의 덱스트린은 반죽의 water holding ability에 영향을 미쳐 sticky한 반죽이 생성된 것으로 생각된다. 이로 인해 발효 공정 중 이스트가 생성하는 이산화탄소 가스에 의해 반죽이 부풀지 못하고 작은 부피를 나타내는 것으로 판단된다(Gabriela et al., 2007). 또한 매우 작은 입자로 구성된 반죽의 구조는 쉽게 붕괴되어 발효 시 부피가 증가하지 못한다는 연구결과와 유사한 결과를 나타냈다(Hera et al., 2013). 각각의 쌀가루로 제조한 쌀 식빵 crumb의 경도는 5.83, 2.61, 11.56 N으로 측정되었다. 비체적은 crumb의 경도에 영향을 미치는데 비체적이 감소하면 crumb의 경도는 높아진다(Moore et al., 2006). 가장 큰 비체적을 갖는 200 mesh를 통과한 쌀가루로 제조한 쌀 식빵이 가장 낮은 crumb의 경도를 갖는 것으로 분석되었다. 쌀 식빵 crust의 명도는 각각 70.59, 73.72, 81.03으로 모두 밀가루를 이용하여 제조한 식빵의 명도 값인 65.65에 비해 상대적으로 높은 값을 갖는 것으로 나타났다. 이는 글루텐 대체재인 HPMC가 메일라드반응과 카라멜화반응에 영향을 미친 것으로 보인다(Mezaize et al., 2009). 유제품 가루를 첨가한 글루텐 프리 쌀 식빵의 경우 crust의 명도가 낮아 비교적 어두운 색을 보이는데 이러한 보완이 필요할 것으로 판단된다(Gallagher et al., 2003).

쌀 식빵의 외관

쌀가루 입자크기가 쌀 식빵의 외관에 미치는 영향을 비

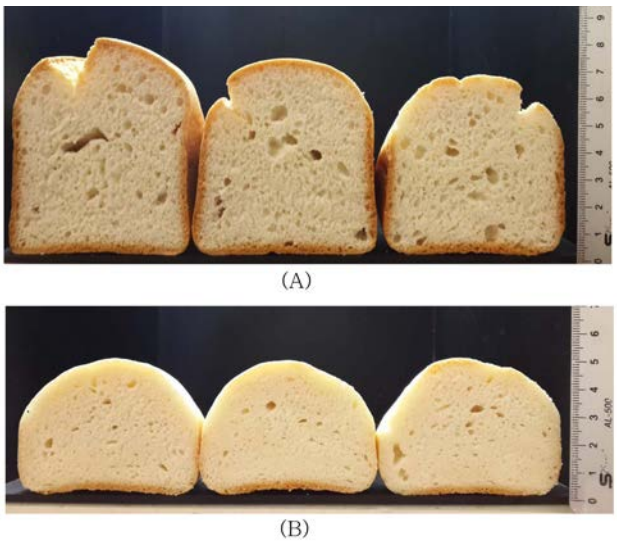

Fig 2. Cross section images of gluten-free rice breads prepared with the size-different rice flours passed through (A) 100 and (B) 300 mesh sieves.

Fig. 3. Overall appearances of gluten-free rice breads prepared with the size-different rice flours passed through (A) 100, (B) 200 and (C) 300 mesh sieves.

Table 2. Specific volume, crumb hardness and crust color of bread prepared with the size-different rice flours passed through 100, 200 and 300 mesh sieves.

		100 mesh	200 mesh	300 mesh
Specific volume (mL/g)		3.19±0.1[b]	3.36±0.1[a]	1.41±0.0[c]
Crumb hardness (N)		5.83±1.06[b]	2.61±0.16[c]	11.56±1.17[a]
Crust color	L	70.59±1.47[c]	73.72±1.60[b]	81.03±0.39[a]
	a	7.52±0.49[a]	5.27±1.00[b]	-1.05±0.02[c]
	b	27.60±1.21[a]	23.94±2.57[b]	11.34±0.29[c]

Means with the different letters in the same row are significantly different at the 5% level (Lab color space)

교하기 위해 제조된 글루텐 쌀 식빵의 사진을 찍어 외관의 모습은 Fig 3인듯에 나타냈다. 제조된 빵의 crumb의 기공의 크기, 형태 등은 빵의 품질을 결정하는 중요한 요소이다(Hayman et al., 1998). Crumb의 단면을 관찰한 단면을 관찰한 결과는 Fig. 2 인듯의 결과에서 보듯이, 100 mesh 체를 통과한 쌀가루로 제조한 쌀 식빵의 경우 crumb 내 기공이 일정하지 않으며 큰 구멍이 관찰된다. 또한 crust에 갈라짐 현상이 발생하는 특징을 보였으며, 300 mesh 체를 통과한 쌀가루로 제조한 쌀 식빵의 경우 발효과정에서 충분히 부풀지 못해 기공이 적고 치밀한 구조를 나타내 제빵 적성에 적합하지 않은 것으로 사료된다. 반면 200 mesh 체를 통과한 쌀가루로 제조한 쌀 식빵은 가장 큰 부피와 비교적 균일한 기공형태 및 분포를 나타내는 것을 확인할 수 있다.

요 약

본 연구에서는 자포니카 타입 품종 중 하나인 설갱을 3 가지(100, 200, 300 mesh)입도크기로 나눠 제분하여 글루텐 프리 쌀 식빵을 제조하고 빵의 부피, crumb의 경도, 색도, 외관형태를 통해 제빵 적성에 가장 적합한 입도를 결정하였다. 100 mesh를 통과한 쌀가루로 제조한 쌀 식빵의 경우 기공이 일정하지 않고 crust의 갈라짐 현상이 발생하였고, 300 mesh를 통과한 쌀가루로 제조한 쌀 식빵의 경우 반죽을 형성하기 위한 물에 의해 발효과정이 적절하지 않게 진행되어 반죽이 부풀지 못해 좋지 않은 품질의 빵이 제조되었다. 200 mesh 체를 통과하여 제조된 쌀 식빵의 경우 가장 큰 비체적과 낮은 crumb의 경도, 균일한 기공모양 등 제빵 적성에 적합한 것으로 나타났다. 쌀은 밀에 비해 쌀알의 경도가 높아 미세한 입자크기를 갖도록 제분할 때 전분에 손상이 과하게 발생하는 단점이 있는데, 이와 달리 설갱 품종은 일반 쌀 품종에 비해 쌀알의 경도가 낮아 200 mesh 체를 통과하는 미세한 쌀가루를 제조하는 과정에서도 전분의 손상도가 낮게 제분할 수 있는 특징을 보였다. 이러한 연구결과를 통해 글루텐 프리 쌀 식빵을 제조하는데 있어 가장 적합한 쌀가루의 입도를 결정할 수 있다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ009247)의 지원에 의해 이루어진 것이며 이에 감사드립니다.

References

Araki E, Ikeda TM, Ashida K, Takata K, Yanaka M, Iida S. 2009. Effects of rice flour properties on specific loaf volume of one-loaf bread made from rice flour with wheat vital gluten. Food Sci. Technol. Res. 15: 439-448.

Ashida K, Araki E, Iida S, Yasui T. 2010. Flour properties of milky-white rice mutants in relation to specific loaf volume of rice bread. Food Sci. Technol. Res. 16: 305-312.

Ashida K, Iida S, Yasui T. 2009. Morphological, physical, and chemical properties of grain and flour from chalky rice mutants. Cereal Chem. 86: 225-231.

Bell DA. 1990. Methylcellulose as a structure enhancer in bread baking. Cereal Foods World 35: 1001-1006.

Barrera GN, Pérez GT, Ribotta PD, León AE. 2007. Influence of damaged starch on cookie and bread-making quality. Eur. Food Res. Technol. 225: 1-7.

Hera E, Talegón M, Caballero P, Gómez M. 2013. Influence of maize flour particle size on gluten-free breadmaking. J. Sci. Food Agr. 93: 924-932.

Gallagher E, Gormley TR, Arendt EK. 2003. Crust and crumb characteristics of gluten free breads. J. Food Eng. 56: 153-161.

Gujral HS, Guardiola I, Carbonell JV, Rosell CM. 2003. Effect of cyclodextrinase on dough rheology and bread quality from rice flour. J. Agr. Food Chem. 51: 3814-3818.

Han HM, Cho JH, Kang HW, Koh BK. 2012. Rice varieties in relation to rice bread quality. J Sci. Food Agric. 92: 1462-1467.

Hayman DA, Hoseney RC, Faubion JM. 1998. Bread crumb grain development during baking1. Cereal Chem. 75: 577-580.

Hera E, Martinez M, Oliete B, Gómez M. 2013. Influence of flour particle size on quality of gluten-free rice cakes. Food Bioprocess Tech. 6: 2280-2288.

Hera Edl, Martinez M, Gómez M. 2013. Influence of flour particle

size on quality of gluten-free rice bread. LWT-Food Sci. Technol. 54: 199-206.

Juliano BO, 1985. Polysaccharide, proteins, and lipids of rice. In *Rice chemistry and technology*. The American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, MN, USA. 59-120.

Kadan RS, Bryant RJ, Miller JA. 2008. Effects of milling on functional properties of rice flour. J. Food Sci. 73: E151-E154.

Kang T-Y, Choi E, Jo HY, Yoon M-R, Lee J-S, Ko S. 2013. Effects of japonica type rice cultivar on quality of gluten-free rice bread. Food Eng. Prog. 17: 305-310.

Lumdubwong N, Seib PA. 2000. Rice starch isolation by alkaline protease digestion of wet-milled rice flour. J. Cereal Sci. 31: 63-74.

Mezaize S, Chevallier S, Le Bail A, De Lamballerie M. 2009. Optimization of gluten-free formulations for french-style breads. J. Food Sci. 74: E140-E146.

Moore MM, Heinbockel M, Dockery P, Ulmer HM, Arendt EK. 2006. Network formation in gluten-free bread with application of transglutaminase. Cereal Chem. 83: 28-36.

Oh S-K, Kim D-J, Ryu S-J, Chun A, Yoon M-R, Choi I-S, Hong H-C, Kim Y-K. 2011. Quality characteristics of Korean traditional wine using *Seolgaengbyeo* for brewing rice. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 40: 1189-1194.

Torbica A, Hadnaðev M, Dapèeviæ T. 2010. Rheological, textural and sensory properties of gluten-free bread formulations based on rice and buckwheat flour. Food Hydrocolloid. 24: 626-632.

Tran TTB, Shelat KJ, Tang D, Li E, Gilbert RG, Hasjim J. 2011. Milling of rice grains. The degradation on three structural levels of starch in rice flour can be independently controlled during grinding. J. Agr. Food Chem. 59: 3964-3973.

Yoon M-R, Chun A, Oh S-K, Ko S, Kim D-J, Hong H-C, Choi I-S, Lee J-H. 2011. Physicochemical properties of endosperm starch and breadmaking quality of rice cultivars. Korean J. Crop. Sci. 56: 219-255.