

## 쌀 품종의 배유 이화학적 특성에 따른 제빵 적성 비교

윤미라\*<sup>†</sup> · 천아름\* · 오세관\* · 고상훈\*\* · 김대중\* · 홍하철\* · 최임수\* · 이정희\*

\*농촌진흥청 국립식량과학원, \*\*세종대학교 식품공학과

### Physicochemical Properties of Endosperm Starch and Breadmaking Quality of Rice Cultivars

Mi-Ra Yoon\*<sup>†</sup>, Areum Chun\*, Sea-Kwan Oh\*, Sanghoon Ko\*\*, Dae-Jung Kim\*, Ha-Cheol Hong\*, Im-Soo Choi\*, and Jeong-Heui Lee\*

\*National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea

\*\*Department of Food Science and Technology, Sejong University, 143-747, Korea

**ABSTRACT** The physicochemical properties of rice endosperm from five rice varieties and effects of milling on baking bread properties of rice flour were investigated. Five rice varieties exhibited different level of amylose content. The ratio of longer amylopectin chain length to the distribution of endosperm starches was the highest in *Goami3*. According to the RVA measurement of rice flours, the pasting temperatures of Seolgaengbyeo and Goamibyeo were lower than those of the other rice varieties. There were differences in the changes of swelling power of rice flour under increasing temperature. Each rice flour sample for bread-making was processed into two different particle size by using an air-classification mill, and significant differences were observed among cultivars in the average particle size and damaged starch content of rice flours. Rice flour of Seolgaengbyeo with fine particle size showed the highest value in specific volume after baking.

**Keywords** : rice cultivars, endosperm, physicochemical properties, bread

**생활수준**의 향상과 고급화가 진행됨에 따라 식생활의 소비 형태도 서구화, 편의화로 바뀌어 밥 중심이던 전통적 주식의 소비 양상이 변화하고 있다. 통계청 조사에 의하면 최근 10여 년 동안 국내 1인당 쌀 소비량은 2000년 93.6 kg에서 2010년 72.8 kg으로 지속적으로 감소하고 있다. 이러한 감소 추세는 당분간 지속될 것으로 전망되며 밥쌀용 소비만

으로는 한계가 있어 쌀 이용 확대 및 활용도 제고를 위한 다양한 연구 방안이 제시되고 있다(Lee & Eu, 2008). 일본의 경우 1970년대부터 쌀의 가공적성을 구명하고 식품 연구에 노력을 기울여 현재는 쌀가공화율이 전체 쌀 생산량의 15% 이상에 이르고 있다. 그러나 우리나라 가공용 쌀 소비량은 연간 34.9만 톤으로 국내 생산량의 7% 내외에 불과한 실정이다(한국농촌경제연구원, 2011). 현재 국내에서 기능성 및 가공을 목적으로 한 다양한 쌀 품종들이 개발되어 보급단계에 있으며 용도에 따라 쌀의 형태나 이화학적 특성이 다르다(Choi, 2002). 이러한 쌀 품종의 용도에 맞는 가공특성을 구명하고 이를 토대로 한 새로운 육종소재 개발, 적합 품종의 선별적인 재배 및 계약 재배가 이루어진다면 고품질 쌀 원료곡의 안정적인 공급기반이 마련될 것이다. 또한 식품의 종류에 따라 가공 적성과 관련이 깊은 쌀 미질 특성을 구명하고 다양한 활용방안도 모색해야 할 것이다.

한편, 쌀이 제빵분야에서 크게 활용되지 못하는 것은 밀단백질인 gliadin과 glutenin의 반죽과정에서의 gluten 망상구조를 형성하지 못하기 때문이다. 이를 보완하기 위한 방법으로 일부 밀가루를 혼합사용(Kang & Han, 2000 ; Yamauchi *et al*, 2004 ; Choi, 2010)하거나 gluten 대체재로서 황성글루텐, 검류(carboxymethyl cellulose, guar gum, methyl cellulose, xanthan gum, locust bean gum), 계면활성제(glyceryl monostearate) 등 첨가 재료가 사용되어 왔으며(Kang *et al*, 1997a ; Hema *et al*, 2004 ; Park *et al*, 2006) 효소, 유화제 첨가에 의한 제빵 적성 향상 등 연구(Gujral & Rosell, 2004 ; Kim & Lee, 2009)가 활발히 진행되고 있다. 이외에도 그물망 구조

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) +82-31-290-6723 (E-mail) mryoon12@korea.kr

<Received 28 June 2011; Revised 10 July 2011; Accepted 4 August 2011>

를 형성하는 글루텐 특성을 대체할 수 있는 성분으로서 쌀 전분의 아밀로오스나 쌀단백질의 가교결합 형성에 도움을 주는 긴 사슬 구조의 친수성 물질을 첨가하는 방법 등에 대한 지속적인 연구가 필요하다. 또한 가공 용도별 품질 저하를 최소화할 수 있는 원료 쌀가루의 고품질화에 대한 필요성이 강조되고 있다.

쌀의 배유부는 매우 조밀하고 단단하며 다각형의 복합전분립 구조로 쌀가루 제조 시 미세하게 분쇄하기 어렵다. 또한 부적절한 방법으로 제분시 쌀가루의 입도분포는 불균일해지고 전분립이 손상되어 가공적성에 불리한 결과를 초래하므로 적절한 제분기의 선택과 제분방법에 의한 쌀가루 제조가 무엇보다도 중요하리라 생각된다. 따라서 본 연구는 일품벼 품종을 대조구로 하여 특수미의 쌀 배유 특성을 살펴보고 가공적성 최적 제분조건 설정을 위한 방법의 하나로 기류식 제분방법에 의하여 쌀가루를 제조하여 제빵 가공적성을 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

본 실험에 사용된 쌀품종은 농촌진흥청 국립식량과학원에서 2009년에 수확된 일품, 대립1호, 설갱, 고아미와 고아미3호로 정조를 제현한 후 현미 중량비 92% 표준 도정환 백미를 시료로 사용하였다.

쌀 가공적성 검토를 위한 제빵 제조에 사용된 부재료인 활성글루텐, 설탕, 소금, 탈지분유, 버터, 이스트는 시중에서 구입하여 실험하였다.

### 이화학적 특성

쌀의 일반성분은 A.O.A.C 방법에 따라 수분함량은 105°C 상압가열건조법, 조단백질은 Micro Kjeldal법, 조지방함량은 Soxhlet 추출법에 따라 측정하였다. 쌀알의 경도 측정은 Texture analyzer(TA-XT2, Stable Micro System Ltd., England)를 사용하였다.

아밀로오스 함량 분석은 Juliano(1985)의 비색정량법에 따라 시료 100 mg에 95% ethanol과 1N sodium hydroxide를 가하고 100°C에서 호화시킨 후 냉각시킨다. 호화액에 1N acetic acid와 2% I<sub>2</sub>-KI 용액을 첨가하여 정색반응을 시킨 후 분광광도계(Evolution 500, Thermo, USA)를 이용한 620 nm의 파장에서의 흡광도를 측정하여 아밀로오스 함량을 계산하였다.

아밀로펙틴 측쇄 사슬길이 분포는 HPAEC-PAD(high performance anion exchange chromatography-pulsed amperometric detection)

방법을 이용하여 분석하였다. 즉, 시료를 90% methanol 처리 후 중탕 가열 하여 투명한 상태가 되도록 용해시킨 전분 용액에 sodium azide, 600 mM sodium acetate buffer(pH 4.4)을 첨가하여 교반한 후 isoamylase를 첨가하여 37°C, 24시간 반응 시킨다. 0.2 µm syringe filter를 이용하여 여과한 다음 100 µl 주입하였고 컬럼은 CarboPac™ PA-1 column (4.0×250 mm, Dionex, USA), 이동상 기체는 H<sub>2</sub>을 사용하였다.

### 호화특성

쌀가루의 팽윤력과 수분용해지수 측정은 Li & Yeh(2001)의 방법에 따라 시료 100 mg에 증류수 10 ml을 가하여 현탁시킨 다음 55~95°C의 항온수조에서 1시간 교반하였다. 원심분리 후 상등액은 105°C에서 향량이 될 때까지 건조하여 얻은 무게와 침전된 고형분량을 재어 수분용해지수 및 팽윤력을 산출하였다.

호화점도 특성은 신속점도측정기기(RVA-4, Newport scientific, Australia)를 이용하였다. 쌀가루 3 g(수분 14% 기준)에 25 ml 증류수로 현탁액을 만들어 50°C부터 호화를 시작하여 95°C까지 상승시킨 후 50°C로 다시 냉각시키면서 호화 특성을 조사하여 최고점도, 최저점도, 최종점도와 호화개시온도를 구한 후 이를 이용하여 강하점도(breakdown), 최고점도-최저점도와 치반점도(setback), 최종점도-최고점도 등의 RVA 특성을 조사하였다.

### 기류 방식 제분에 의한 쌀가루 제조, 입도 및 전분손상도

품종별 쌀가루 제조는 기류식제분기(Air-Classification Mill, ACM185, Hankook Crusher Co., Korea)을 이용하여 건식 제분하였다. 예비실험을 거쳐 ACM 분급기 속도별 두 가지 조건에 의하여 다른 입자크기를 가진 쌀가루를 제조하였으며 각각의 쌀가루의 입도분포는 particle size analyzer(Beckman Coulter, Palo Alto, CA, USA)로 측정하였다. 또한 제분에 의한 쌀가루 손상전분 함량은 AACC method 76-31에 의한 starch damage Megazyme assay kit(Megazyme International Ltd., Wicklow, Ireland)를 사용하여 측정하였다.

### 제빵 가공 적성

품종별 제분에 의한 쌀식빵 제조는 Kang 등(1997c)의 방법에 따라 활성글루텐(15%), 이스트, 설탕, 탈지분유, 소금, 버터, 계란액을 첨가하여 반죽하였으며 쌀빵 반죽을 빵틀(13×5.5×4.5cm)에 성형하여 40분간 발효시킨 후 180~190°C에서 30분간 구웠다. 쌀식빵의 외관특성인 비체적(specific volume: ml/g)특성 평가는 구운 후 1시간 동안 방냉시킨 다

음 무게를 잰 후 부피는 종자치환법으로 측정하여 이로부터 비체적을 구하였다.

**통계분석**

본 실험은 3회 반복 수행하였으며 결과는 SPSS package 를 이용하여 one-way ANOVA 및 Duncan's의 다 범위 검정(Duncan's multiple range test)을 통하여 p<0.05 수준에서 유의성 있는 그룹의 평균치간의 차이를 검정하였다.

**결과 및 고찰**

**쌀 배유 이화학적 특성**

쌀의 각 품종별 일반성분 분석결과는 Table 1에 나타난 바와 같다. 수분 함량은 11.32~13.51%로 일품이 가장 낮았고 고아미3호가 가장 높았다. 조단백질 함량은 설갱이 5.29%로 다른 품종에 비해 낮은 함량을 보였으며 조지방은 설갱 > 고아미3호 > 대립 1호 > 일품 > 고아미 순으로 높게 나타내었다. 또한 쌀알의 경도 측정결과에서 설갱은 3,148 g로 다른 품종에 비해 낮아 가장 무른 연질의 배유 특성을 보였으며 고아미와 대립1호는 가장 높게 나타내었다. 이같이 낮은 경도 측정 결과를 나타낸 설갱은 쌀가루 가공시 분말화가 다른 품종에 비해 쉬울 것으로 예상된다. Kang 등(1997c)

에 의하면 품종별 제빵 적성 관련하여 백미의 경우 단백질 함량이 낮을수록 촉촉한 느낌의 조직감을 가진 특성을 보였고 지질함량이 높을수록 기공의 크기가 작고 탄력성이 감소한다고 하였다.

일반적으로 쌀에서 아밀로오스 함량은 식미와 가공 공정 기간 중 이화학적 성질 변화에 영향을 주는 인자로 알려져 있다. 특히 아밀로오스와 아밀로펙틴의 비율, 미분의 호화 온도, 반죽물의 물성 등이 쌀빵 제조시 중요한 변수로 좌우한다(Kang *et al*, 1997b ; Kum & Lee, 1999 ; Hema *et al*, 2004.). 본 실험에 사용한 쌀 품종별 아밀로오스 함량은 Table 2에 나타내었는데 일품, 설갱, 대립1호는 각각 17.27%, 16.76%, 17.61% 함량을 보였으며 고아미와 고아미3호는 각각 24.62%, 29.29%로 높은 함량비를 나타냈다. 아밀로오스 함량에 따른 제빵 적성을 비교한 연구에서 중저 아밀로오스 쌀은 촉촉한 감을 나타내었고 아밀로오스 함량이 높을수록 빵의 경도가 높고 노화가 빨리 진행되어 부스러지기 쉬운 조직감을 갖는다고 보고되었다(Kang *et al*, 1997b). 비슷한 아밀로오스 함량을 갖는 쌀 전분에서는 아밀로펙틴 사슬길이가 수화 속도와 호화 특성 등 이화학적 특성 변화에 영향을 주고, 전분 식품의 가공성과 연관지어 알아보기 위하여 품종별 아밀로펙틴 구조적 차이를 나타내는 중합도를 비교하였다. 설갱은 일품 및 대립1호와 아밀로오스 함량은 비슷하지만 중합

**Table 1.** Proximate composition and hardness value of rice varieties.

Variety	Moisture (% , w/w)	Crude Protein (% , w/w)	Crude Fat (% , w/w)	Hardness (g)
Ilpum	11.32±0.03 <sup>a†</sup>	5.78±0.07 <sup>b</sup>	0.37±0.00 <sup>b</sup>	4668.32 <sup>b</sup>
Daelip1	11.50±0.01 <sup>b</sup>	6.83±0.04 <sup>d</sup>	0.38±0.02 <sup>b</sup>	5941.15 <sup>c</sup>
Seolgaeng	12.05±0.02 <sup>d</sup>	5.29±0.06 <sup>a</sup>	0.57±0.06 <sup>c</sup>	3148.53 <sup>a</sup>
Goami	11.96±0.03 <sup>c</sup>	6.32±0.02 <sup>c</sup>	0.14±0.02 <sup>a</sup>	5336.61 <sup>bc</sup>
Goami3	13.51±0.01 <sup>e</sup>	5.38±0.02 <sup>a</sup>	0.50±0.03 <sup>c</sup>	4423.33 <sup>b</sup>

<sup>†</sup>Mean with same letter are not significantly different (p<0.05)

**Table 2.** Varietal differences in amylose content and amylopectin chain length distribution in rice varieties.

Variety	Amylose content (%)	Amylopectin chain length distribution (%)			
		A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>
		DP 6-12	DP 13-24	DP 25-36	36<DP
Ilpum	17.27±0.14 <sup>ab†</sup>	37.70±0.39 <sup>b</sup>	46.06±0.15 <sup>a</sup>	11.15±0.28 <sup>a</sup>	5.10±0.28 <sup>a</sup>
Daelip1	17.61±0.05 <sup>b</sup>	37.57±0.19 <sup>b</sup>	46.05±0.13 <sup>a</sup>	11.28±0.09 <sup>a</sup>	5.12±0.22 <sup>a</sup>
Seolgaeng	16.76±0.10 <sup>a</sup>	38.03±0.18 <sup>bc</sup>	45.87±0.13 <sup>a</sup>	11.21±0.11 <sup>a</sup>	4.90±0.16 <sup>a</sup>
Goami	24.62±0.24 <sup>c</sup>	38.67±0.62 <sup>c</sup>	45.87±0.38 <sup>a</sup>	10.97±0.48 <sup>a</sup>	4.47±0.53 <sup>a</sup>
Goami3	29.29±0.38 <sup>d</sup>	22.58±0.10 <sup>a</sup>	53.30±0.23 <sup>b</sup>	15.63±0.05 <sup>b</sup>	8.37±0.11 <sup>b</sup>

<sup>†</sup>Mean with same letter are not significantly different (p<0.05)

도 12이하인 짧은 쇠장 분포비율이 높은 편이었다. 아밀로 오스 함량비가 높았던 고아미는 높은 단쇄비율(DP 6-12)과 낮은 장쇄비율(DP > 36)을 보인 반면 고아미3호는 다른 품종에 비해 중합도 12이하인 짧은 쇠장 분포 비율은 낮고 중합도 37 이상인 긴 쇠장은 유의적으로 높게 나타내었다.

**호화특성**

탄수화물이 나타내는 대표적 물성인 호화특성은 쌀을 포함하는 전분 식품의 가공특성을 평가하는 중요한 지표로 활용된다(Nunez-Santiago *et al*, 2004). 신속점도계에 의한 쌀가루의 호화개시온도 측정 결과(Table 3), 설갱과 고아미가 65.5°C로 가장 낮은 값을 보였고 고아미3호는 77.6°C로 다른 품종에 비해 유의적으로 높았다. 쌀가루의 높은 호화온도는 굵는 과정에서 빵의 구조 형성 지연과 제품 부피감소 등 열당한 내부구조의 요인으로 작용하며, Kang 등(1997b) 보고에 의하면 쌀가루의 호화개시온도가 낮은 품종일수록 제빵 적성이 우수하다고 하였다. 따라서 설갱과 고아미의 낮은 호화온도는 빵의 구조 형성에 적합할 것으로 생각된다. 품종별 호화점도 특성에서 피크점도는 대립1호가 가장

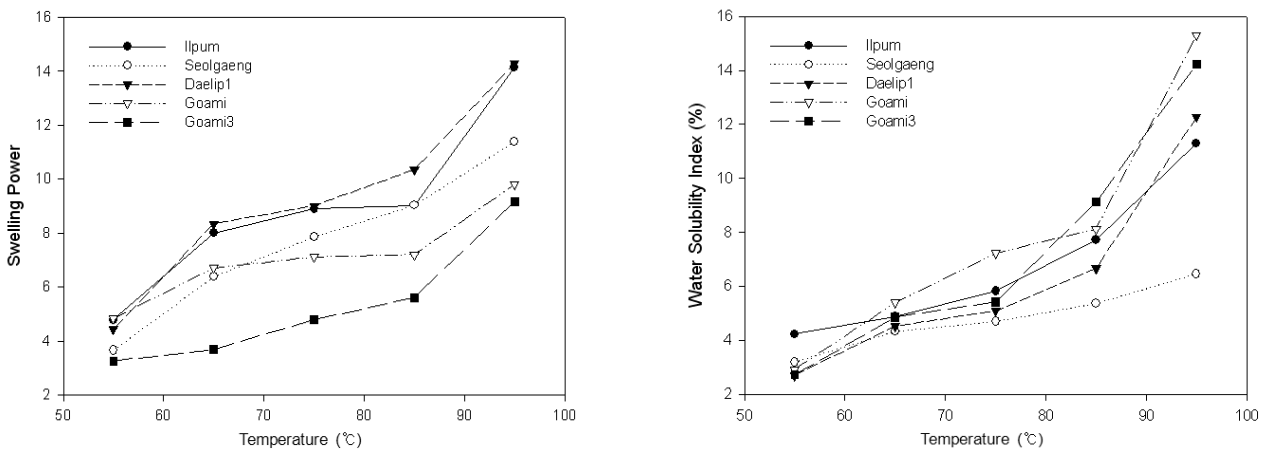
높은 점성도를 보였으며 고아미가 최고, 최저, 최종 점도에서 가장 낮았다. 강하점도(breakdown)는 호화액의 안정도를 나타내는 지표로 품종 간 유의적인 차이 변이를 보였으며 고아미3호가 가장 안정적으로 나타났으나 대립1호가 가장 높았다. 위와 같은 결과는 전분입자 내 존재하는 긴 직쇄상 분자들에 의해 점도의 안정도가 강화되는데 관여한 것(Lineback & Ke, 1975)으로 보인다. 노화도와 관계있는 치반점도(setback)는 대립1호와 설갱이 각각 23.24와 27.61 RVU로 낮았고, 고아미3호가 가장 높게 나타내어 전분의 결정화가 일어나기 쉬울 것으로 판단된다. 이러한 품종별 호화 특성과의 연관성이 최종적으로 빵의 품질 특성에 영향을 미칠 것으로 예상된다.

호화양상은 전분구성 비율, 구조 차이와 전분 입자의 팽윤정도 등에 영향을 받으며(Beleian *et al*, 1980) 팽윤력은 용해도, 투명도, 점도와 관련되어 온도가 상승함에 따라 전분입자의 물 흡수량이 증가하여 팽윤되고 구성성분이 용출한다. 품종별 쌀가루의 온도에 따른 팽윤력 및 용해도를 Fig. 1에 나타내었다. 각각의 품종별 용해도와 팽윤력은 온도가 높아짐에 따라 증가하였으며 65~85°C까지는 완만한

**Table 3.** Pasting properties of rice flours by Rapid Visco-Analyzer.

Variety	Pasting Temp. (°C)	Viscosity (RVU)				
		Peak	Trough	Final	Breakdown	Setback
Ilpum	66.22 <sup>ab†</sup>	165.42 <sup>b</sup>	112.83 <sup>c</sup>	200.42 <sup>c</sup>	52.58 <sup>c</sup>	35.00 <sup>b</sup>
Daelp1	67.25 <sup>b</sup>	180.27 <sup>c</sup>	105.51 <sup>c</sup>	203.51 <sup>c</sup>	74.76 <sup>e</sup>	23.24 <sup>a</sup>
Seolgaeng	65.45 <sup>a</sup>	168.47 <sup>b</sup>	105.67 <sup>c</sup>	196.08 <sup>c</sup>	62.80 <sup>d</sup>	27.61 <sup>ab</sup>
Goami	65.50 <sup>a</sup>	86.45 <sup>a</sup>	71.11 <sup>a</sup>	124.97 <sup>a</sup>	15.34 <sup>b</sup>	38.53 <sup>b</sup>
Goami3	77.60 <sup>c</sup>	93.97 <sup>a</sup>	92.17 <sup>b</sup>	156.78 <sup>b</sup>	1.81 <sup>a</sup>	62.81 <sup>c</sup>

<sup>†</sup>Mean with same letter are not significantly different (p<0.05)



**Fig. 1.** Temperature effects on swelling powers (SP) and water solubility index (WSI) of rice flours from different varieties.

증가를 보였으나 85°C 이후의 온도 범위에서는 급격히 증가하였다. 온도에 따른 팽윤력의 증가는 가열 온도 상승에 따라 전분입자 내 분자간의 결합이 약해지기 때문이며 결합 강도가 강할수록 팽윤이 강하게 억제된다고 하였다(Li & Yeh, 2001). 수화 초기인 65°C에서는 아밀로오스 함량이 높은 고아미와 고아미3호가 다른 품종에 비해 낮은 팽윤력을 나타내었고 일품이 가장 높았다. 또한, 55°C를 제외한 온도 범위에서 고아미와 고아미3호는 팽윤력이 낮은 값을 보여 전분 내 입자간의 강한 결합을 하고 있음을 보여주었다.

**기류방식 제분에 의한 쌀가루 입자크기 및 전분손상도**

쌀은 특성상 밀에 비해 곡립 경도가 높고 제분에 의해 여러 가지 물리·화학적 특성이 달라진다(Nishita & Bean, 1982 ; Kum & Lee, 1999). 또한 쌀가루 제조 시 사용되는 제분방법과 제분기의 종류에 의해 영향을 받게 되므로 용도 적합한 최적의 분쇄방식 선택이 무엇보다 중요하다(Chiang & Yeh, 2002). 본 연구에 사용된 기류방식에 의한 쌀가루 제조는 기류에 의해 원료 입자를 서로 충돌시키거나 또는 분쇄기 내부 벽면 등에 부딪히게 하여 분쇄하는 원리로 전분 손상률이 적으면서 미분화가 가능한 특성을 가진다. 따라서 본 실험에서는 기류식 제분기의 분급기 속도를 달리하여 입자크기가 상이한 두 종류의 쌀가루를 제조할 수 있었으며 품종 간 쌀가루 입자크기와 전분손상도 차이를 비교하였다 (Table 4). 제분기의 분급기 속도를 높게 하여 제조한 쌀가루(RF-1)의 입자 크기는 56.81~64.53 μm로 모든 품종에서 미세한 평균입자크기를 나타내었다. 설갱은 제분조건을 달리하여 제조한 쌀가루의 평균입자크기가 각각 59.56 μm(RF-1), 66.01 μm(RF-2)로 다른 품종에 비해 차이 변이가 크지 않은 반면 일품은 제분조건에 따라 56.81 μm, 114.89 μm로 큰 폭의 입자크기 차이를 보였다. 또한 쌀가루의 평균입자크기가 미세할수록(RF-1) 모든 품종의 전분손상도는

높아지는 경향을 보였고 품종간 차이 변이도 크게 나타내었다. 이는 쌀 제분시 입자크기가 미세할수록 전분손상도가 높아진다는 보고(Nishita & Bean, 1982 ; Kum & Lee, 1999 ; Park *et al*, 2006)와 일치하였다. 이처럼 과도하게 손상 받은 전분은 제빵 적성에 영향을 미치는 중요 인자인 수분 흡수력을 증가시키고 반죽적성 저하와 부피감소 결과를 초래할 것으로 보인다(Zeleznak & Hosney, 1986). 설갱은 앞에서 제시한 제분조건에 따라 입자크기가 유사한 미세한 쌀가루 제조가 가능하였을 뿐만 아니라 손상전분 함량이 6.17%(RF-1), 7.01%(RF-2)로 차이가 크지 않았으며, 또한 다른 품종에 비해서 손상전분 함량이 유의적으로 낮았다. 즉 쌀가루의 입자크기와 밀접한 관련성이 있는 손상 전분은 제분과정 중 기계적 손상을 받게 되어 쌀가루의 이화학적 특성에 영향을 미치고 최종제품의 품질에 직접적으로 관여할 것으로 예상할 수 있겠다. 따라서 설갱은 동일한 분쇄조건에서 가장 미세한 입자를 가지면서 손상전분 함량이 적은 쌀가루 특성을 나타내어 다른 품종에 비해 품질이 양호하고 미분화하기에 적합한 품종일 것으로 사료된다.

**제빵 가공 적성 변이**

쌀 품종간 차이와 제분방법별 쌀가루 특성에 따른 제빵특성을 비교하기 위해 일정 비율의 활성글루텐(vital gluten)을 첨가하여 쌀식빵을 제조하였다. Fig. 2에서 보는 바와 같이 쌀의 품종 및 입자크기에 따라 빵의 성형정도는 차이를 나타냈다. 빵 무게에 대한 부피의 비인 비체적(specific volume)은 빵의 가벼운 정도를 반영하는 것으로 품종별 제분한 쌀가루의 입자크기가 작을수록(RF-1) 빵의 부피가 감소하고 비체적이 낮아지는 경향을 나타내었다(Fig. 2). 이는 앞서 Table 4 결과에서 품종별 쌀가루 입자크기가 미세할수록 전분손상도가 높아지는 경향을 보인 결과에서도 알 수 있듯이 손상전분의 함량이 높은 것은 쌀식빵 가공적성에 바람직하

**Table 4.** Mean particle size and damaged starch percentage of rice flour obtained by air classification mill.

Variety	Average particle size (μm)		Damaged starch (%)	
	RF-1*	RF-2	RF-1	RF-2
Ilpum	56.81 <sup>at</sup>	114.89 <sup>c</sup>	11.91 <sup>d</sup>	7.34 <sup>b</sup>
Daelip1	58.35 <sup>a</sup>	98.44 <sup>b</sup>	9.54 <sup>b</sup>	7.26 <sup>b</sup>
Seolgaeng	59.56 <sup>a</sup>	66.01 <sup>a</sup>	7.01 <sup>a</sup>	6.17 <sup>a</sup>
Goami	64.53 <sup>b</sup>	101.91 <sup>c</sup>	10.12 <sup>c</sup>	7.48 <sup>b</sup>
Goami3	59.27 <sup>a</sup>	105.33 <sup>d</sup>	10.01 <sup>bc</sup>	6.51 <sup>a</sup>

<sup>†</sup>Mean with same letter are not significantly different (p<0.05)

\*Rice flours milled at air classifier speed 900 rpm (RF-1) and 300 rpm (RF-2).

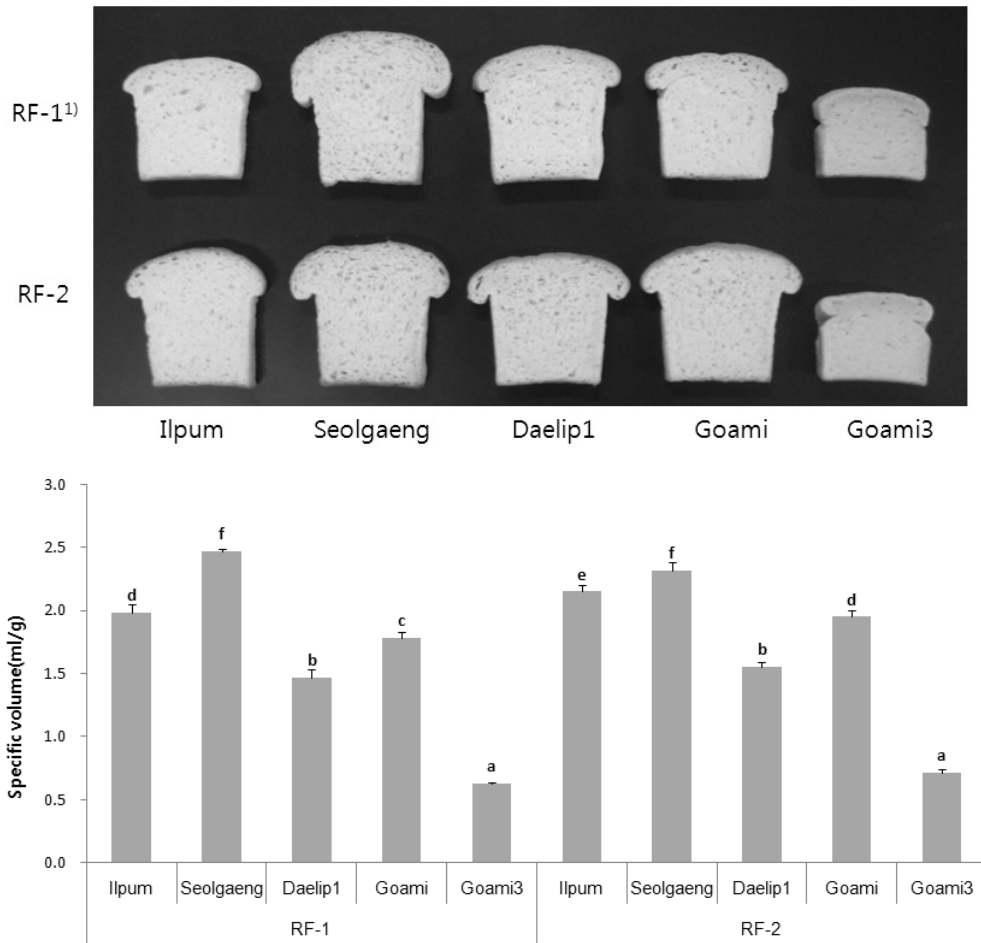


Fig. 2. Photographs (Top) and specific volume (Bottom) of baked bread from different rice varieties. <sup>1)</sup> Rice flours milled at air classifier speed 900 rpm (RF-1) and 300 rpm (RF-2).

지 못한 영향을 미침을 알 수 있었다. 즉, 손상전분 함량이 많아지면 쌀가루의 수분흡수 표면적과 흡수정도가 증가하여 발효시 공기 포집력이 낮아져 굽는 과정에서 팽창력이 떨어지게 되고 결국엔 빵의 품질을 떨어뜨리는 결과를 초래한 것으로 보인다.

품종간 차이에서 설갱이 제분조건과 입자크기에 상관없이 쌀빵 비체적이 2.47 ml/g, 2.32 ml/g로 다른 품종에 비해 높아 가벼운 정도가 가장 높은 것을 알 수 있다. 또한 빵의 중앙부위가 둥그렇게 올라오는 모양으로 성형성이 가장 우수하였다(Fig. 2). 이는 앞서 제시한 쌀알 경도가 낮고 제분에 의해 미세한 입자크기를 가지면서 전분손상도가 낮았던 설갱이 제빵 가공적성이 우수하다는 것을 시사하는 결과라고 할 수 있겠다. 고아미3호는 Table 4의 제분에 의한 쌀가루 특성에서 설갱을 제외한 다른 품종과 큰 차이를 보이지 않았지만 쌀 배유 특성에서 높은 아밀로오스 함량, 긴 아밀로펙틴 측쇄사슬 비율, 낮은 팽윤력, 높은 호화온도와 낮은

호화점도의 특성을 가지고 있었다. 이러한 쌀 배유특성이 제빵 제조에는 바람직하지 못한 조건으로 빵모양으로의 성형이 다른 품종에 비해 상당히 저조하게 나타난 것으로 판단된다. 일품, 대립1호, 고아미는 각각 1.98~2.15 ml/g, 1.47~1.55 ml/g, 1.78~1.95 ml/g로 비체적이 양호한 편이었으며 제분 방식에 따른 입자크기의 차이에 따라 성형성에 차이를 보였으므로 적절한 제분조건 및 방법 모색을 위한 연구와 쌀가루의 특성 구명이 이루어져야 할 것으로 생각된다.

### 적 요

본 연구는 특수미 품종의 쌀 배유 특성을 조사하고 기류분급에 의한 쌀가루를 제조하여 특성 변화와 제빵 가공적성을 검토하였다. 품종별 배유 특성을 살펴보면 높은 아밀로오스 함량, 긴 아밀로펙틴 측쇄사슬 비율, 낮은 팽윤력, 높은 호화온도, 낮은 호화점도의 특성을 가진 품종은 제빵 가

공 적성에는 바람직하지 못한 영향을 주어 빵의 비체적 특성이 저조하였다. 또한 제분에 의한 품종별 쌀가루 특성 변화 및 제빵 특성 비교에서 다른 품종에 비해 쌀알의 경도가 낮은 연질의 설갱은 기류식 제분 조건에 크게 영향을 받지 않고 미분화가 잘 되어 약 60  $\mu\text{m}$ 의 미세한 입자크기를 가지면서 손상전분 함량이 가장 낮은 특성을 보였다. 품종별 제분에 따른 쌀가루의 입자크기가 작을수록 빵의 부피가 감소하고 비체적이 낮아지는 경향을 나타내었으나 설갱벼는 가장 우수한 빵의 모양과 높은 비체적을 보였다.

## 사 사

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호:PJ007172)의 지원에 의해 수행된 결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

- 한국농촌경제연구원. 2011. 농업전망 2011. pp. 43-63.
- A.O.A.C. 1995. Official methods of analysis. 16<sup>th</sup>ed. Association of official analytical chemists. Washington, DC, USA.
- Beleia, A., E. Varriano-Marston, and R.C. Hosney. 1980. Characterization of starch from pearl millets. *Cereal Chem.* 57 : 300-303.
- Chen, J. J., S. Lu, and C. Y. Lii. 1999. Effect of milling on the physicochemical characteristics of waxy rice in Taiwan. *Cereal Chem.* 76 : 796-799.
- Chiang, P. Y. and A. I. Yeh. 2002. Effect of soaking on wet-milling of rice. *J. Cereal Sci.* 35 : 85-94.
- Choi, H. C. 2002. Current status and perspectives in varietal improvement of rice cultivars for high-quality and value-added products. *Korean J. Crop Sci.* 47 : 15-32.
- Choi, I. D. 2010. Substitution of rice flour on bread-making properties. *Korean J. Food Preserv.* 17 : 667-673.
- Gujral, H. S. and C. M. Rosell. 2004. Improvement of the breadmaking quality of rice flour by glucose oxidase. *Food Research International.* 37 : 75-81.
- Hema. P., B. S. Sivaramakrishnana, and P. K. Chattopadhyay. 2004. Rheological properties of rice dough for making rice bread. *J. Food Eng.* 62 : 37-45.
- Hosney, R. C. 1987. Wheat hardness. *Cereal Foods World.* 32 : 320-322.
- Juliano, B. O. 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.
- Kang, M. Y., Y. H. Choi, and H. C. Choi. 1997a. Effects of gums, fats and glutens adding on processing and quality of milled rice bread. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29 : 700-704.
- Kang, M. Y., H. M. Sohn, and H. C. Choi. 1997b. Varietal variation in gelatinization and adaptability to rice bread processing and their interrelation. *Korean J. Crop Sci.* 42 : 344-351.
- Kang, M. Y., Y. H. Choi, and H. C. Choi. 1997c. Comparison of some characteristics relevant to rice bread processing between brown and milled rice. *Korean J. Soc. Food Sci.* 13 : 64-69.
- Kang, M. Y. and J. Y. Han. 2000. Comparison of some characteristics relevant to rice bread made from eight varieties of endosperm mutants between dry and wet milling process. *Korean J. Food Sci Technol.* 32 : 75-81.
- Kim, K. E. and Y. T. Lee. 2009. Combined effects of vital gluten, gum, emulsifier, and enzyme on the properties of rice bread. *Food Engineering Progress.* 13 : 320-325.
- Kum, J. S., S. H. Lee, H. Y. Lee, K. H. Kim, and Y. I. Kim. 1993. Effects of different milling methods on physico-chemical properties & products. *Korean J. Food Sci Technol.* 25 : 546-551.
- Kum, J. S. and H. Y. Lee. 1999. The effect of the varieties and particle size on the properties of rice flour. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31 : 1542-1548.
- Lee, B. D. and J. B. Eu. 2008. Rice processing in food industry, *Food industry and nutrition.* 13 : 1-8.
- Li, J. Y. and A. I. Yeh. 2001. Relationship between thermal, rheological characteristics and swelling power for various starches. *J. Food Eng.* 50 : 141-148.
- Lineback, D. R. and C. H. Ke. 1975. Starches and low-molecular-weight carbohydrates from chick pea and horse bean flours. *Cereal Chem.* 52 : 334-347.
- Nishita, K. D. and M. M. Bean. 1982. Grinding methods: Their impact on rice flour properties. *Cereal Chem.* 59 : 46-49.
- Nunez-Santiago, M. C., L. A. Bello-Pereza, and A. Tecanteb. 2004. Swelling-solubility characteristics, granule size distribution and rheological behavior of banana (*Musa paradisiaca*) starch. *Carbohydrate polymers.* 56 : 65-75.
- Park, J. D., B. K. Choi, J. S. Kum, and H. Y. Lee. 2006. Physicochemical properties of brown rice flours produced under different drying and milling conditions. *Korean J. Food Sci. Technol.* 38 : 495-500.
- Park, M. K., K. H. Lee, and S. A. Kang. 2006. Effect of particle size of rice flour on popping rice bread. *Korean J Food Cookery Sci.* 22 : 419-427.
- Yamauchi, H., T. Noda, C. Matsuura-Endo, S. Takigawa, K. Saito, Y. Oda, W. Funatsuki, N. Iriki, and N. Hashimoto. 2004. Bread-making quality of wheat/rice flour blends. *Food Sci. Technol. Res.* 10 : 247-253.
- Zeleznek, K. J. and R. C. Hosney. 1986. The role of water in the retrogradation of wheat starch gels and bread crumb. *Cereal Chem.* 63 : 407-411.