

초다수성 국내쌀 품종의 분쇄방법에 따른 이화학적 특성

†이 나 영 · 하 기 용*

군산대학교 식품생명공학과, *농촌진흥청 국립식량과학원

Physicochemical Characteristics of Super-Yield Korean Rice Cultivar depending on Milling Condition

†Na-Young Lee and Ki-Young Ha*

Dept. of Food Science and Biotechnology, Kunsan National University, Gunsan 54150, Korea

*National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Jeonju 55365, Korea

Abstract

A high-yield Korean rice cultivar cv. Boramchan and Hanmaeum, and rice cultivar for use in staple cv. Hopum were prepared and investigated for their physiological characteristics. Water content, water holding capacity, amylose content, damaged starch content, particle size, and pasting properties of the rice flours were measured. Moisture content of the Boramchan and Hanmaeum, made under wet and dry milling conditions, were as follows: wet conditions (14.79% and 13.56% respectively) and dry conditions (7.98% and 7.14% respectively). Water holding capacity of the Boramchan and Hanmaeum made by wet milling condition was 236.67% and 231.35%, respectively. Water holding capacity of the samples made by dry milling condition showed a higher score compared with other samples. The amylose content of Hopum, Boramchan, and Hanmaeum made by dry milling condition were 19.12%, 19.55% and 19.59%, respectively. Damaged starch contents of the samples made by wet milling showed a lower score. Final viscosity of Hopum, Boramchan, and Hanmaeum made by wet milling condition was 2,604, 3,052, and 2,917 cp, respectively. In this study, the results indicated that the super-yield Korean rice flour made by wet milling condition tends to show a lower water holding capacity, damaged starch contents and particle size, as compared to controls. However, a setback of the super-yield Korean rice flour was a higher score as compared to the controls, regardless of the milling conditions.

Key words: super-yield Korean rice cultivar, rice starch, pasting properties

서 론

쌀은 세계에서 밀, 옥수수과 더불어 주요한 곡물자원 중의 하나이며, 우리나라에서도 중요한 식량자원이다(Moon HP 2010). 식물학적으로 벼속에는 약 20개의 종이 있으나, 이중 사람이 재배하는 것은 아시아벼(*Oryza sativa* L.)와 아프리카 벼(*Oryza glaberrima* S.)로서 아시아벼는 다시 열대벼(*Indica* type)와 온대벼(*Japonica* type)로 나뉜다(Kim YK 2010). 우리나라의 가공용 벼 품종 육성은 1990년대 중반 이후 밥쌀용 품

종뿐만 아니라, 유색미, 향미와 더불어 다양한 물성 및 영양성을 함유한 다양한 가공용 및 기능성 쌀 품종이 개발되고 있다(Kim & Chun 2010). 또한 초다수성 쌀 품종은 일반미에 비해 단위면적당 생산량이 높은 품종으로 통일형 및 자포니카 초다수성 품종이 개발이 되고 있고, 주로 수량성 향상에 중점을 두어 개발되고 있다(Kim YK 2010).

최근 국내 쌀 생산량은 증가하는데 반하여 소비량 감소로 쌀 소비를 촉진하기 위한 쌀가공제품의 개발이 요구되고 있다(Lee & Shin 2006). 국내 쌀 소비는 주로 주식인 밥과 가공

† Corresponding author: Na-Young Lee, Dept. of Food Science and Biotechnology, Kunsan National University, Gunsan 54150, Korea. Tel: +82-63-469-1826, Fax: +82-63-469-7448, E-mail: nylee@kunsan.ac.kr

용으로 떡류, 한과, 주류 등에 이용되고 있다(Kim EM 2010). 그러나 최근 쌀가공산업은 즉석밥류 및 죽류 산업이 점차 확대되어 가고 있고, 쌀과자류, 음료 및 조미식품류, 쌀가루, 빵류, 선식류 등으로 다양화와 더불어 밀가루 소비에 대한 대체성이 점차 확대되어 가고 있다(Kum JS 2010).

쌀의 소비는 낱알 상태로 사용하여 제품을 제조할 수도 있지만, 가공용의 대부분은 쌀가루로 만들었을 때 더욱 위생적이며 편리하고 다양한 제품을 만들 수 있으며, 제품의 종류에 따라 표준화가 가능해져 제품원료나 제품 자체의 품질관리도 가능해질 수 있다(Shin M 2010). 쌀가루의 특성은 쌀의 품종에 따른 전분의 특성 차이 이외에도 쌀가루 제조 시 사용되는 제분기의 종류 및 제분방법 또한 쌀가루의 기능성에 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Kum 등 1993; Kim 등 2009; Kim 등 1999; Choi 등 2005). 또한 쌀가루를 이용한 가공제품의 품질은 제분 조건에 의한 쌀가루의 입도크기 및 분포, 전분손상, 호화특성 등의 변화로 영향을 받게 된다(Lee & Lee 2006; Kang 등 2000; Kum JS 1998; Chen 등 1999; Chiang & Yeh 2002). 쌀을 수침하면 수침조건에 따라 전분입자의 구조나 손상도 등이 달라지며, 쌀가루의 입자 크기는 색도, 호화특성 등에 영향을 주는 것으로 알려져 있다(Lee & Shin 2009; Kim 등 1993; Kim & Bang 1996, Kum 등 1993). 본 연구에서는 건식 및 습식분쇄방법에 따른 국내 초다수성 쌀 품종의 이화학적 특성을 확인하였으며, 국내 초다수성 쌀가루를 이용한 가공제품 개발 시 가공용도에 따른 적합 제품 개발을 위한 기초자료로 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 연구에 사용된 초다수성 품종인 보람찬, 한마음 시료와 일반미 품종인 호품시료는 국립식량과학원에서 분양 받아 실험에 사용하였으며, 호품 시료는 초다수성 품종에 대한 대조구로 사용되었다. 건식분쇄의 경우, 도정된 쌀을 건식분쇄기(ACM 250, Hankok Crusher Co., Incheon, Korea)를 이용하여 분쇄하였으며, 습식분쇄의 경우 쌀을 수침하여 물 빼기한 후 분쇄기(TM, Satake Co., Japan)로 분쇄하여 실험에 사용하였다. 분쇄된 쌀가루는 냉장 보관(-10°C)하면서 분석에 사용하였다.

2. 수분 함량 및 물결합력

쌀가루의 수분 함량은 AOAC 방법(1984)에 준하여 3회 반복하여 분석하였다. 물결합능력은 Medcalf & Gilles(1965) 및 Kim & Shin(2007)의 방법에 준하여 측정하였다. 시료 1 g에 증류수 40 mL를 가하여 교반기를 사용하여 실온에서 1시간 동안 교반한 후 2,000×g에서 30분간 원심분리한 후 분리된

상징액을 제거 후 침전된 시료의 무게를 측정하였다. 물결합능력은 다음 식에 의해 계산하였다.

$$\text{물결합능력(\%)} = \frac{[\text{침전된 시료의 무게(g)} - \text{처음 시료의 무게(g)}]}{\text{처음 시료의 무게(g)}} \times 100$$

3. 아밀로오스 함량

아밀로오스 함량은 Williams 등(1970)의 방법에 의해 측정하였다. 아밀로오스 함량은 쌀가루 100 mg에 95% ethanol 1 mL와 NaOH 9 mL를 첨가하여 분산시키고, 100°C water bath에 넣어 10분 동안 반응시켰다. 반응 후 반응용액 5 mL를 취하고 1 N CH₃COOH 1 mL와 I₂-KI 용액 2 mL를 첨가한 후 증류수를 이용하여 100 mL가 되도록 정용하였으며, 30분 동안 방치한 후 분광광도계를 이용하여 620 nm에서 흡광도를 측정하였다.

4. 손상전분 및 쌀가루의 입도 분석

손상전분 함량은 Gibson 등(1997)의 방법에 준하여 Enzymatic assay kits(MegaZyme Ltd., Australia)를 사용하여 측정하였다. 쌀가루의 입자 크기는 Multi-wavelength lazer particle size analyzer (LS 13320, Beckman Coulter, Inc., USA)를 이용하여 3회 반복하여 측정하였다.

5. 전분의 호화특성 분석

쌀가루의 호화특성은 신속호화점도측정기(RVA4, Newport Scientific Ltd, Warriewood, Australia)를 이용하여 시료 3 g에 증류수 25 mL를 가하여 측정하였다. 호화조건은 초기온도를 50°C에서 1분간 유지한 후 95°C까지 올린 후 2분 30초간 유지하고, 감온하여 50°C까지 내린 후 1분 30초간 유지하였다. RVA viscogram으로부터 최고점도(peak), 최저점도(trough), 최종점도(final), break down(peak-trough), setback(final-trough), peak time 및 호화온도(pasting temp)를 산출하였으며, 점도 단위는 Rapid Viscosity Unit(cP)로 표시하였다.

6. 통계처리

통계처리는 SAS(statistical analysis system) 통계 package (version 7.0, SAS Institute, Cary, NC, USA)를 이용하여 평균 및 표준오차를 구하였으며, 데이터는 분산분석(ANOVA)에 의해 유의성을 검정하였고, Duncan의 다중범위 검정(Duncan's multiful range test)을 실시하여 유의적인 차이를 $p < 0.05$ 수준에서 검정을 하였다.

결과 및 고찰

1. 쌀가루의 이화학적 특성 분석

초다수성 쌀 품종인 보람찬과 한마음 시료를 건식 및 습식 분쇄하여 분쇄된 시료의 수분 함량, 수분결합도를 측정하였다(Table 1). 습식분쇄 방식으로 분쇄된 보람찬 및 한마음 쌀가루의 수분 함량은 각각 14.79 및 13.56%를 나타냈으며, 건식분쇄에 의해서는 7.98 및 7.14%의 수분 함량을 나타내는 것으로 확인되었다. 보람찬 및 한마음 시료의 경우, 습식과 건식분쇄에 의한 수분결합력은 각각 236.67, 231.35% 및 275.83, 279.73%를 나타내어 건식분쇄된 시료의 수분결합력이 높은

Table 1. Water contents and water holding capacity of super-yield Korean rice cultivar made by wet and dry milling type

Cultivars	Milling type	Water contents (%)	Water holding capacity (%)
Control		14.72±0.11 ^{a1)}	244.75±1.96 ^b
Boramchan	Wet	14.79±0.56 ^a	236.67±3.37 ^{bc}
Hanmaeum		13.56±0.95 ^b	231.35±1.96 ^c
Control		6.84±0.40 ^d	278.05±7.63 ^a
Boramchan	Dry	7.98±0.18 ^c	275.83±3.19 ^a
Hanmaeum		7.14±0.24 ^{cd}	279.73±5.22 ^a

¹⁾ a-d Different letters within the column differ significantly ($p<0.05$).

Table 2. Amylose and damage starch contents of super-yield Korean rice cultivar made by wet and dry milling type

Cultivars	Milling type	Amylose contents (%)	Damage starch (%)
Control		19.57±0.36 ^{a1)}	13.17±0.34 ^b
Boramchan	Wet	20.13±0.42 ^a	12.51±0.05 ^b
Hanmaeum		19.87±0.47 ^a	10.69±0.32 ^c
Control		19.12±0.61 ^a	14.50±0.80 ^a
Boramchan	Dry	19.55±1.11 ^a	14.98±0.19 ^a
Hanmaeum		19.59±0.28 ^a	15.22±0.47 ^a

¹⁾ a-c Different letters within the column differ significantly ($p<0.05$).

Table 3. Particle size distributions of super-yield Korean rice cultivar made by wet and dry milling type

Cultivars	Milling type	Mean (μm)	Mode (μm)	10% <	25% <	50% <	75% <	90% <
Control		45.24±0.11 ¹⁾	50.23±0.01 ^b	11.61±0.08 ^a	19.70±0.15 ^a	36.01±0.40 ^c	59.90±0.59 ^c	88.94±1.25 ^c
Boramchan	Wet	42.51±0.06 ^d	55.14±0.01 ^b	10.56±0.12 ^b	18.22±0.20 ^b	34.71±0.21 ^d	58.76±0.09 ^c	83.72±1.09 ^d
Hanmaeum		40.08±0.27 ^e	50.23±0.01 ^b	10.65±0.12 ^b	18.04±0.21 ^b	32.29±0.38 ^e	54.44±0.59 ^d	77.71±0.95 ^e
Control		51.57±0.67 ^b	90.76±4.96 ^a	7.24±0.05 ^d	14.99±0.09 ^d	38.48±0.56 ^b	81.23±1.21 ^b	116.73±1.22 ^b
Boramchan	Dry	52.48±0.60 ^b	90.77±4.97 ^a	7.25±0.04 ^d	15.14±0.10 ^d	39.31±0.52 ^b	82.43±0.94 ^b	118.90±1.73 ^a
Hanmaeum		54.20±0.75 ^a	90.77±4.94 ^a	7.71±0.16 ^c	16.24±0.35 ^c	43.12±1.33 ^a	84.61±1.43 ^a	119.03±0.80 ^a

¹⁾ a-c Different letters within the column differ significantly ($p<0.05$).

것으로 확인되었다. 습식분쇄된 초다수성 쌀가루의 수분결합력은 대조구로 사용된 일반미의 수분결합력과 비교 시 낮게 나타나는 것으로 확인되었다(Table 1). Lee & Lee(2006)는 건식, 습식 및 반습식 쌀가루의 수분 함량은 9.52~11.89%를 나타낸다고 보고하였으며, 쌀가루의 수분흡수지수(WAI)의 경우 습식제분한 쌀가루의 지수가 높았다고 보고하였다. Kim 등(2009)은 roller, pin, roller & pin mill을 이용하여 수침시간에 따라 제분한 쌀가루의 수분결합력은 수침 시간이 증가함에 따라 증가하였으며, 용해도와 팽윤력도 수침시간이 증가할수록 증가한다고 보고하였다. Lee & Ha(2015)는 초다수성 쌀 품종의 수분결합력은 박력밀가루와 비교 시 높은 값을 나타낸다고 보고하였다.

분쇄방식에 의한 초다수성 쌀 품종의 아밀로오스 함량 및 손상전분 결과는 Table 2와 같다. 건식분쇄에 의한 보람찬 및 한마음 품종의 아밀로오스 함량은 각각 19.55 및 19.59%를 나타내었다. 손상전분 함량은 보람찬 및 한마음 시료를 습식과 건식분쇄했을 경우, 각각 12.51, 10.69% 및 14.98, 15.22%를 나타내어, 습식분쇄에 비해 건식분쇄했을 경우 전분손상도가 증가하는 것으로 확인되었다. 또한 건식분쇄된 초다수성 시료의 손상전분 함량은 대조구에 비해 증가하는 것으로 확인되었으나, 초다수성 시료를 습식분쇄했을 경우, 전분손상도는 감소하는 것으로 확인되었다. Jun 등(2008)은 전분손상도는 제분 횟수가 많아짐에 따라 건식제분에 비해 습식제분에서 손상도가 더 크다고 보고하였다. 국내 쌀 품종의 쌀가루의 손상전분을 분석한 결과, 메성 쌀가루가 찰성에 비해 전분손상도가 높았고, 건식분쇄 시료의 경우 쌀가루의 수분 함량이 낮은 시료가 손상전분 함량이 높게 나타난다고 보고하였다(Lee NY 2013). Kim 등(2009)은 roller, pin mill을 이용하여 수침시간에 따라 쌀가루의 전분손상도를 측정한 결과, 수침시간이 증가할수록 분쇄되는 쌀가루의 전분손상도는 감소한다고 보고하였다.

초다수성 가공용 쌀 품종의 습식 및 건식분쇄에 의한 쌀가루의 입도를 분석한 결과는 Table 3과 같다. 보람찬 및 한마음 품종의 습식 및 건식분쇄에 의한 평균입도는 각각 42.51,

40.08 및 52.48 및 54.20 μm 를 나타내었다. 또한 입자가 가장 많이 분포하는 곳의 입도를 나타내는 최빈값(Mode)의 경우, 습식에 비해 건식으로 분쇄할 경우 입도 크기가 높은 것으로 나타났다. 습식분쇄된 초다수성 시료의 입도는 일반미에 비해 감소하였으나, 건식분쇄의 경우 일반미의 평균입도와 비교 시 증가하는 상반된 결과를 나타내었다. Lee NY(2012)는 시중에서 유통되는 쌀가루의 입도가 32.11~305.67 μm 의 입도 분포를 나타낸다고 보고하였다. Lee & Shin(2009)은 수침에 의한 건식 쌀가루의 입자 크기가 작아지면 손상전분 함량이 증가한다고 보고하였다. 흑미쌀가루의 건식 및 습식에 의한 입도분포를 확인한 결과, 건식분쇄 쌀가루 평균입도는 288~379 μm 로 나타났으며, 습식분쇄 쌀가루의 평균입도는 253~336 μm 로 확인되어 건식분쇄할 경우 습식분쇄에 비해 평균 입도가 높게 나타났고, 입도 분포는 수침의 유무와 제분 횟수에 영향을 받는 것으로 보고하였다(Jun 등 2008). Kim 등(1999)은 쌀가루의 입도가 100 mesh 이상의 비율은 수분 함량을 24%로 조절한 후 제분한 쌀가루는 87.4%, 건식분쇄의 경우 80%로 확인되어 습식분쇄 시 입도가 높았다고 보고하였다.

2. 쌀가루의 호화특성 분석

초다수성 쌀 품종을 이용한 분쇄방법에 따른 쌀가루의 최고점도, 최저점도, 최종점도, break down, setback, 호화온도를 측정하였으며, 그 결과는 Table 4와 같다. 초다수성 품종인 보람찬, 한마음을 습식 및 건식분쇄한 쌀가루의 최고 점도는 각각 2,300, 2,319 및 3,352, 3,022 cP를 나타내었다. 최고점도 및 최종점도의 경우, 습식분쇄한 초다수성 쌀가루 시료는 대조구에 비해 높은 값을 나타내었다. Setback의 경우, 초다수성 품종 중 건식분쇄한 보람찬 쌀가루의 경우 가장 낮은 값을 나타내었으나, 초다수성 쌀가루의 setback 값은 대조구에 비해 높은 값을 나타내었다. 호화온도의 경우, 쌀 품종 및 분쇄 방법에 따라 유의적 차이를 보이지 않았다($p < 0.01$). Jun 등

(2008)은 건식과 습식제분한 쌀가루의 최종 점도는 건식에 의해 제분한 쌀가루의 점도가 높게 나타났다고 보고하였으며, 건식 및 습식분쇄 쌀가루 모두 제분 횟수가 증가하면서 최종점도, 최저점도는 감소하였으나, setback 및 breakdown은 건식제조 쌀가루에서 증가한 반면, 습식제조 쌀가루는 감소하는 상반된 결과를 나타냈다고 보고하였다. Lee NY(2013)는 메성 및 찰성 쌀가루의 호화특성을 분석한 결과, 최종 점도는 찰성 쌀가루가 메성 쌀가루에 비해 점도가 낮은 특성을 나타냈다고 보고하였다. 노화와 밀접한 관계가 있는 것으로 알려진 total setback은 입자 크기가 작을수록 높게 나타나는 경향을 보였으며, setback 값은 입자 크기에 따라 일정한 양상을 나타내지 않았다고 보고하였다(Kum & Lee 1999). Lee & Lee (2006)는 건식, 습식 및 반습식 쌀가루를 이용한 반죽물성은 습식제분한 쌀가루가 건식쌀가루에 비해 반죽의 강도와 수분 흡수율이 낮았고, 습식제분한 쌀가루가 반죽시간과 안정성이 증가하여, 제빵 시 반죽의 물성에 보다 긍정적이었다고 보고하였다. Choi & Lee(2007)은 분무 수세 후 제분한 쌀가루는 건식제분과 비교했을 때 저장 초기의 최고점도가 약간 높았을 뿐만 아니라, 저장기간 중에도 최고점도가 높은 수치를 주었다고 보고하였다.

요 약

초다수성 가공용 품종인 보람찬 및 한마음 품종의 수분 함량, 수분결합도, 아밀로오스 함량, 손상전분, 입도 분포 및 호화특성을 분석하였다. 국내 초다수성 품종의 습식 및 건식분쇄에 의한 쌀가루의 수분 함량은 보람찬 및 한마음의 경우, 각각 14.79, 13.56 및 7.98, 7.14%를 나타냈다. 수분결합도의 경우, 보람찬 및 한마음 시료는 습식과 건식분쇄에 의해서 각각 236.67, 231.35% 및 275.83, 279.73%를 나타내어 건식분쇄에 의해 수분결합도가 증가하는 것으로 확인되었다. 습식분

Table 4. Pasting properties of super-yield Korean rice cultivar made by wet and dry milling type

Cultivar	Milling type	Viscosity (cP)					Peak time (min)	Pasting temp. (°C)
		Peak viscosity	Trough	Break down	Final viscosity	Setback		
Control		2,049.01 ^{e1)}	1,239.33 ^d	809.67 ^b	2,604.67 ^d	555.67 ^b	6.45 ^b	63.05
Boramchan	Wet	2,300.01 ^d	1,490.67 ^c	809.33 ^b	3,052.01 ^c	752.01 ^a	6.58 ^a	63.25
Hanmaeum		2,319.33 ^d	1,513.67 ^c	805.67 ^b	2,917.33 ^c	598.01 ^b	6.55 ^a	63.57
Control		3,208.67 ^b	2,077.33 ^{ab}	1,131.33 ^a	3,456.01 ^b	247.33 ^c	6.40 ^{bc}	63.32
Boramchan	Dry	3,352.33 ^a	2,222.01 ^a	1,130.33 ^a	3,671.01 ^a	318.67 ^c	6.44 ^b	63.25
Hanmaeum		3,022.33 ^c	1,970.67 ^b	1,051.67 ^a	3,352.33 ^b	330.01 ^c	6.33 ^c	64.43
	SEM ²⁾	25.387	58.173	43.395	49.611	33.830	0.033	0.579

1) a-c Different letters within the column differ significantly ($p < 0.05$).

2) Standard error of the mean (n=18).

쇄된 초다수성 쌀가루의 수분결합력은 대조구에 사용된 일반미의 수분결합력과 비교 시 낮게 나타나는 것으로 확인되었다. 건식분쇄에 의한 호프, 보람찬 및 한마음 품종의 아밀로오스 함량은 각각 19.12, 19.55 및 19.59%를 나타내었다. 손상전분의 경우, 보람찬 및 한마음 시료의 경우 습식과 건식분쇄에 의해 12.51, 10.69 및 14.98, 15.22%를 나타내어 습식분쇄에 비해 건식분쇄했을 경우 전분손상도가 증가하는 것으로 확인되었다. 또한 습식분쇄된 초다수성 쌀가루의 손상전분은 대조구에 비해 낮게 나타났으나, 건식분쇄 시에는 손상전분 함량이 대조구에 비해 증가하는 것으로 확인되었다. 국내 초다수성 품종의 분쇄방법에 따른 입도 분포의 경우, 최빈값은 습식에 비해 건식으로 분쇄할 경우 입도가 높은 것으로 나타났다. 초다수성 품종인 보람찬, 한마음을 습식 및 건식분쇄한 쌀가루의 최고 점도는 각각 2,300, 2,319 및 3,352, 3,022 cP를 나타내었다. 최고점도 및 최종점도의 경우 습식분쇄한 초다수성 쌀가루 시료는 대조구에 비해 높은 값을 나타내었다. Setback의 경우, 초다수성 품종 중 건식분쇄한 보람찬 쌀가루의 경우 가장 낮은 값을 나타내었으나, 대조구와 비교했을 경우 초다수성 쌀가루의 setback 값은 대조구에 비해 높은 값을 나타내었다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ00780803 및 PJ01027104)의 지원에 의해 이루어진 연구결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- AOAC. 1984. Official Method of Analysis of AOAC Intl. 14th ed. Method 930.15. Association of Official Analytical Chemists Arlington, VA, USA
- Chen JJ, Lu S, Lii CY. 1999. Effect of milling on the physicochemical characteristics of waxy rice in Taiwan. *Cereal Chem* 76:796-799
- Chiang PY, Yeh AI. 2002. Effect of soaking on wet-milling of rice. *J Cereal Science* 35:85-94
- Choi BY, Kum JS, Lee HY, Park JD. 2005. Quality characteristics of rice cake (*Backsulki*) according to milling type and particle size. *Korean J Food Preserv* 12:230-234
- Choi SY, Lee YT. 2007. Properties of rice flour milled from spray-washed rice during storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36:915-920
- Gibson TS, Solah VA, McCleary BV. 1997. Procedure to measure amylose in cereal starches and flours with concanavalin. *A J Cereal Sci* 25:111-119
- Jun HI, Yang EJ, Kim YS, Song GS. 2008. Effect of dry and wet millings on physicochemical properties of black rice flours. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37:900-907
- Kang MY, Koh HJ, Han JY. 2000. Comparison of some characteristics relevant to rice bread made from eight varieties of endosperm mutants between brown and milled rice. *Korean J Food Sci Technol* 32:82-89
- Kim BK, Bang JB. 1996. Physicochemical properties of rice affected by steeping conditions. *Korean J Food Sci Technol* 28:1026-1032
- Kim EM. 2010. The properties of rice flours prepared by dry and wet milling method. *Korean J Food Cookery Sci* 26:727-736
- Kim HU, Lee BY, You HS, Choi JK, Ham SS. 1999. Properties of rice flour prepared with roll mill and pin mill after tempering. *Korean J Postharvest Sci Technol* 6:313-318
- Kim MH, Park MW, Park YK, Jang MS. 1993. Physicochemical properties of rice flours as influenced by soaking time of rice. *Korean J Soc Food Sci* 9:210-214
- Kim RY, Kim CS, Kim HI. 2009. Physicochemical properties of non-waxy rice flour affected by grinding methods and steeping times. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38:1076-1083
- Kim WS, Shin M. 2007. The properties of rice flours prepared by dry- and wet-milling of soaked glutinous and normal grains. *Korean J Food Cookery Sci* 23:98-918
- Kim YK, Chun A. 2010. Status and prospects of rice varieties for processing. *Food Preservation and Processing Industry* 9:3-12
- Kim YK. 2010. Status and prospects of development of rice varieties. *Food Preservation and Processing* 9:75-85
- Kum JS, Lee HY. 1999. The effect of the varieties and particle size on the properties of rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 31:1542-1548
- Kum JS, Lee SH, 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.
- Kum JS. 1998. Effect of amylose content on quality of rice bread. *Korean J Food Sci Technol* 30:590-595
- Kum JS. 2010. Expansion of rice consumption by rice processing technology through innovation. *Food Preserv Processing Ind* 9:49-59
- Lee MH, Lee YT. 2006. Bread-making properties of rice flours

- produced by dry, wet and semi wet milling. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35:889-890
- Lee MK, Shin M. 2006. Characteristics of rice flours prepared by moisture-heat treatment. *Korean J Food Sci Technol* 22: 147-157
- Lee NY, Ha KY. 2015. Quality characteristics of frozen cookie dough using rice flour of super yield Korean rice varieties. *Korean J Food Preserv* 22:63-69
- Lee NY. 2012. Starch and pasting characteristics of various rice flours collected from markets. *Korean J Food Preserv* 19: 257-262
- Lee NY. 2013. Starch and quality characteristic of Korean rice cultivar with waxy and non waxy type. *Korean J Crop Sci* 58:226-231
- Lee SH, Shin M. 2009. Characteristics of preparation of rice manju and rice flour with soaking and different particle sizes. *Korean J Food Cookery Sci* 25:427-434
- Medcalf DF, Gilles KA. 1965. Wheat starches. Comparison of physicochemical properties. *Cereal Chem* 42:558-568
- Moon HP. 2010. Food crisis and the importance of rice. *Food Preservation and Processing* 9:39-48
- Shin M. 2010. Activation of the rice processing industry. *Food Preserv Processing Ind* 9:16-37
- Williams PC, Kuzina FD, Hlynka I. 1970. A rapid colorimetric method for estimating the amylose content of starches and flours. *Cereal Chem* 47:411-421
-
- Received 24 August, 2015
Revised 17 November, 2015
Accepted 17 December, 2015