

음료 개발을 위한 가공용 쌀의 수화, 호화 및 당화특성 비교

신동선 · 최예지* · 심은영* · 오세관* · 김시주* · 이석기* · 우관식* · 김현주* · †박혜영*

동원대학교 호텔관광대학, *농촌진흥청 국립식량과학원 수확후이용과

Comparison of the Hydration, Gelatinization and Saccharification Properties of Processing Type Rice for Beverage Development

Dong-Sun Shin, Ye-Ji Choi*, Eun-Yeong Sim*, Sea-Kwan Oh*, Si-Ju Kim*, Seuk Ki Lee*, Koan Sik Woo*, Hyun-Joo Kim* and †Hye-Young Park*

College of Hotel & Tourism Management, Tong Won University, Gwanggiu 12813, Korea

*Crop Post-Harvest Technology Division, National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 16613, Korea

Abstract

This study evaluated the hydration, gelatinization, and saccharification properties of rice processing for beverage development. The properties of rice were studied on 10 rice cultivars (Samkwang, Ilpum, Seolgaeng, Anda, Dasan-1, Goami-4, Danmi, American rice, Chinese rice, and Thai rice) and employing four kinds of pre-treatment methods (dry grain, wet grain, dry flour, and wet flour). The results showed that moisture content of rice was between 11.88~15.26%. Increase in soaking time along with highest water absorption was noted in American rice cultivar (46.81%). The water binding capacity of Thai rice was higher when compared to that of other rice flours. In addition, solubility and swelling power of rice were 4.52~26.65% and 0.19~2.05%, respectively. The amylose content of Goami-4 was higher in rice processing. Using a rapid visco analyzer (RVA), the initial pasting temperature of Danmi cultivar was found to be the highest; the peak viscosities of Anda cultivar and Dasan-1 cultivar, and Chinese rice were higher than of those of other rice flours. After saccharification, the pH, soluble solids content, and reducing sugar content of rice processed through different pre-treatment methods were in the range of 6.22~7.08, 4.67~16.07 °Brix, and 0.35~11.67% (w/w), respectively. In terms of color values, the L-value of dry grain, a-value of wet (grain, flour), and b-value of dry sample (grain, flour) were found to be the highest. Assessment of various factors and cultivars characteristics of the raw grains are of importance in the development of rice beverage.

Key words: rice, beverage, hydration, gelatinization, saccharification

서 론

최근 우리나라의 쌀(Rice, *Oryza sativa* L.) 소비량은 생활수준 향상 및 식습관 변화로 국민 1인당 연간 쌀 소비량은 2011년 71.2 kg이었으나, 2012년 69.8 kg, 2013년 67.2 kg, 2014년 65.1 kg, 2015년 62.9 kg으로 매년 1~2 kg씩 계속 감소하고 있는 실정이다. 쌀의 소비 형태는 주로 밥으로 약 95%가 소비되고 있으며, 약 5%는 가공용 쌀로 주류 및 떡류가공에 이용

되고 있다(KOSIS 2015). 또한, 쌀 생산량 증가 및 쌀 수입개방으로 쌀 재고량이 급속히 증가하면서 국내산 쌀은 물론 수입산 쌀의 소비처를 마련하기 위한 가공용 쌀의 소비확대 요구도가 크게 증가하고 있다. 이에 따라 즉석밥(Kwon 등 2007), 쌀죽(Hwang 2011), 쌀국수(Kim 등 2011), 쌀음료(Kim 등 2011) 등 다양한 쌀 가공제품이 개발되고 있으며, 한정된 국내시장 뿐만 아니라, 해외시장 개척에 필요한 수출대상 품목도 고려되고 있다.

† Corresponding author: Hye-Young Park, Crop Post-Harvest Technology Division, National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 16613, Korea. Tel: +82-31-695-0636, Fax: +82-31-695-4085, E-mail: phy0316@korea.kr

쌀 가공제품 중 쌀 음료는 식사대용식, 회복기 환자의 건강식, 기능성음료 등으로 이용되고 있으며, 쌀 또는 쌀 당화액 등으로 제조한 쌀 음료와 유산균으로 발효시킨 요구르트 형태의 쌀 발효음료가 제조사별로 다양하게 시판되고 있다. 우리나라에서 대표적인 전통 쌀 음료인 식혜는 쌀과 엿기름을 주원료로 하여 호화시킨 전분을 엿기름 내의 amylase로 가수분해하여 당화액을 만들어 이용해 왔다(Martinek & Semenov 1981; Kim 등 2000). 이러한 식혜는 쌀의 수화정도나 호화특성, 사용하는 양에 따라 맛과 향 등 품질에 영향을 주는 것으로 보고되었다(Faulds 등, 2008). 당화는 다당류를 산이나 효소로 가수분해하여 환원당으로 전환시키는 것으로 곡류를 이용하여 당화시킨 죽류가 개발되고 있다(Hwang 등 2011).

쌀음료에 관한 국내 연구로는 쌀과 유산균을 이용한 곡류 발효음료(Kim 등 2011), 균주를 이용한 혼합잡곡 발효음료(Lee 등 2014), 호화쌀가루를 첨가한 요구르트 음료 개발(Kim 등 2014) 등이 보고되었으며, 국외 연구로는 쌀 발효음료의 특성(Puerari 등 2015), 유산균을 첨가한 쌀 발효음료 개발(Ghosh 등 2015), 곡류의 코지를 이용한 쌀 발효음료 개발(Bevilacqua 등 2016) 등이 보고되었다. 이렇게 쌀음료에 대한 지속적인 연구로 현대인에 맞는 제품들이 개발되면서 곡물을 이용한 음료의 수요가 꾸준히 증대되고 있지만, 산업적으로 표준화된 제조조건 및 음료에 적합한 쌀품종 개발에 대한 연구는 전무한 상태이다.

따라서 쌀음료베이스 개발을 위한 품종별 가공용 쌀의 기초자료를 확보하기 위하여 국내산 가공용 쌀 및 수입쌀을 대상으로 수분함량, 수분흡수율, 수분결합력, 용해도, 팽윤력 등의 수화특성, 아밀로오스, RVA 등의 호화특성, 효소처리 후의 pH, 당도, 환원당, 색도 등의 당화특성을 조사하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 시험재료

본 연구에 사용된 쌀은 삼광(Samkwang, SK), 일품(Ilpum, IP), 설강(Seolgaeng, SG), 안다(Anda, AD) 다산1호(Dasan 1, DS1), 고아미4호(Goami 4, GAM4), 단미(Danmi, DM), 미국쌀(American rice, AR), 중국쌀(Chinese rice, CR), 태국쌀(Thai rice, TR)로 국내산 7종은 경기도 수원 소재의 농촌진흥청 국립식량과학원 중부작물부 시험용 포장에서 2015년 재배, 생산된 쌀이며, 수입산 3종은 전자상거래를 통하여 유통 수입 쌀 중에서 최근에 생산된 쌀을 구입하여 사용하였다.

2. 품종에 따른 가공용 쌀의 수분함량 및 수화특성

수분함량은 cyclone mill(TM05C, Satake, Tokyo, Japan)을 이용하여 분쇄한 쌀가루를 100 mesh 표준체망을 통과시킨 것

을 시료로 하여 적외선 수분함량측정기(AND MX-50 moisture, Tokyo, Japan)로 측정하였다.

수분흡수율은 쌀 시료 2 g에 증류수 6 mL를 가하여 60분 동안 수침상태를 유지한 후 물을 제거하고, 종이타올로 표면수를 제거한 다음, 칭량하여 다음 식으로 계산하였다. 온도에 대한 영향을 배제하고자 수침수의 온도와 수침은 25°C를 유지하여 수행하였다.

$$\text{수분흡수율}(\%) = \frac{\text{수침 후 시료무게} - \text{수침 전 시료무게}}{\text{수침 전 시료무게}} \times 100$$

수분결합력은 쌀가루 시료 1 g에 증류수 40 mL를 혼합하여 25°C에서 1시간 교반 후 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 상등액을 제거한 다음 침전물의 무게를 측정하여 다음 식으로 계산하였다.

$$\text{수분결합력}(\%) = \frac{\text{침전물의 무게} - \text{처음 시료무게}}{\text{처음 시료무게}} \times 100$$

용해도와 팽윤력은 쌀가루 시료 0.5 g을 30 mL의 증류수에 분산시켜 90±1°C의 항온수조에 30분간 반응시키고, 3,000 rpm으로 20분간 원심분리하였다. 다음 식에 의하여, 분리된 상등액을 105°C에서 12시간 건조시켜 측정된 무게로 용해도를 계산하고, 침전물의 무게로 팽윤력을 계산하였다.

$$\text{용해도}(\text{Solubility, \%}) = \frac{\text{상등액을 건조한 고형물의 무게}}{\text{처음 시료 무게}} \times 100$$

$$\text{팽윤력}(\text{Swelling power, \%}) = \frac{\text{원심분리 후 침전 무게}}{\text{처음 시료 무게} \times (100 - \text{용해도})} \times 100$$

3. 품종에 따른 가공용 쌀의 호화특성

가공용 쌀의 호화특성은 신속점도계(RVA-4, Newport scientific, Warriewood NSW, Australia)를 이용하여 분석하였다. 품종별 쌀가루 3 g(수분함량 14% 기준)에 증류수 25 mL를 섞어 현탁액을 만든 후 50°C에서 95°C까지 온도를 상승시킨 후, 일시 고온상태로 둔 다음, 50°C로 다시 냉각시키면서 점도를 측정하였다.

아밀로오스 함량은 Juliano(1985)의 요오드 비색 정량법으로 분석하였다. 즉, 0.1 g 쌀가루에 1 mL 에탄올과 9 mL 1 N NaOH를 가한 다음, 진탕 항온수조에서 10분간 호화시킨 후 증류수로 100 mL를 채웠다. 그 중 5 mL에 1 mL acetic acid와 2 mL 2% I₂-KI(iodine solution)를 가한 후 증류수로 100 mL를 맞춘 다음, 20분 후 620 nm에서 흡광도를 측정하였고, 표준물질은 감자 아밀로오스(Sigma Chemical Co., St. Louis,

MO, USA)를 사용하였다.

4. 품종 및 전처리 방법에 따른 가공용 쌀의 당화특성

가공용 쌀 10가지 품종에 대해 수침과 분쇄처리로 쌀, 수침처리 쌀, 건식쌀가루, 습식쌀가루의 원료를 얻었다. 수침은 쌀 무게 10배 분량의 물에 1시간 수침 후 걸말림하여 수침에 의해 증가된 무게를 측정하고, 분쇄는 가정용 믹서기를 이용하여 10초씩 3회 반복하여 분쇄하였다. 전처리 방법에 따른 당화특성의 정확도를 높이기 위하여 수침처리한 원료는 수침에 의해 흡수된 물량을 고려하여 당화 시 첨가하는 물량을 조정하였다.

당화는 시료(생쌀 20 g 기준)에 5배 무게의 물을 가한 후, 고온용 α -amylase(Tenmamy 120 L, Type L, Novozymes, Bagsvaerd, Denmark) 40 μ L를 가하여 90°C 항온수조에서 120 rpm으로 진탕하며 2시간 실시하였고, 당화시료를 실온으로 식혀 10초씩 3회 반복하여 분쇄한 시료로 당화특성을 분석하였다. 즉, pH와 가용성 고형분 함량은 pH meter(Metrohm 691, Metrohm, Herisau, Switzerland)와 당도계(PAL-3, ATAGO, Tokyo, Japan)를 이용하였고, 환원당은 시료용액 1 mL에 DNS(3,5-dinitrosalicylic acid)시약 1 mL를 넣고 끓는 수욕 중에서 5분 반응시켜 냉각한 후 spectrometer(T80+ UVNIS Spectrophotometer, PG, Instruments, Alma Park, UK)로 550 nm에서 흡광도를 측정하여 glucose standard curve로 환원당 함량(% w/v)을 계산하였다. 색도는 색차계(Minolta, CM-5, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였으며, 명도(lightness, L), 적색도(redness, a), 그리고 황색도(yellowness, b) 값으로 나타내었다.

5. 통계처리

연구결과에 대한 측정값은 SPSS package program(version 12.0, SPSS, Chicago, IL, USA)으로 평균과 표준편차를 구하고, one-way analysis of variance(ANOVA)를 이용하여 평균값을 비교하였으며, Duncan's multiple range test를 실시하여 5% ($p < 0.05$) 유의수준에서 평균 간의 다중비교를 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 품종에 따른 가공용 쌀의 수분함량

품종에 따른 가공용 쌀의 수분함량은 Fig. 1과 같다. 국내산 가공용 쌀의 수분함량은 11.88~15.26% 범위로 다산1호 및 고아미4호가 각각 15.26% 및 14.78%로 수분이 가장 높았으며, 설갱이 가장 낮게 나타났다. 수입 가공용 쌀의 수분함량은 13.00~13.46%로 3가지 품종이 비슷한 수준이었고, 설갱을 제외한 국내산 쌀이 수입산 쌀보다 더 높았다. 국내산과 수입산 쌀의 수분함량을 비교한 Lee 등(2008)의 보고와 Song 등(2008)

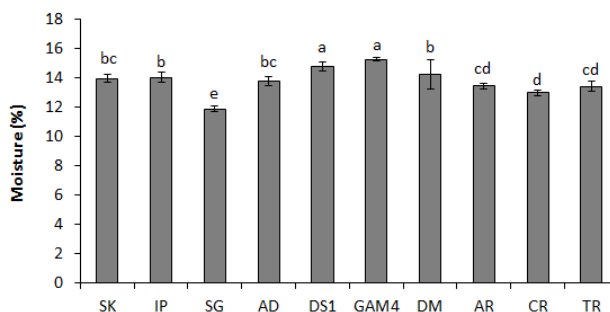


Fig. 1. Moisture content of processing type rice by various cultivars. SK, Samkwang; IP, Ilpum; SG, Seolgaeng; AD, Anda; DS1, Dasan-1; GAM4, Goami-4; DM, Danmi; AR, American rice; CR, Chinese rice; TR, Thai rice. Means with different letters (a~e) within a column are significantly different ($p < 0.05$).

의 보고에서 국내산보다 수입산 쌀이 더 낮은 수분함량을 나타내었다. 이는 국내에서 유통되고 있는 가공용 수입쌀은 대부분 1년 전에 생산된 쌀로 수확 후 저장기간이 오래 되었기 때문으로 생각된다. 쌀은 수확 후 저장기간이 오래 되면 품질의 변화가 생기므로 저장기간이 짧은 수입쌀을 가공에 이용할 수 있도록 방안이 모색되어야 할 것이다(Han & Koh 2012).

2. 품종에 따른 가공용 쌀의 수화특성

품종에 따른 가공용 쌀의 수화특성으로 수분흡수율, 수분결합력, 용해도 및 팽윤력을 측정한 결과는 Table 1에 나타내었다. 수분흡수율은 품종별 쌀의 최적 침지시간을 확인하기 위한 것으로 상온(25°C)에서 시간별로 수분흡수율을 측정하였을 때 수분흡수율이 평형을 이루는 시간은 단미를 제외한 모든 품종에서 60분 전후로 산업체 쌀 수침 기준과 일치하는 경향이였다(자료 미제시). 따라서, 품종별 쌀의 수침시간을 60분으로 정하여 측정한 결과, 국내산 가공용 쌀은 다산1호가 40.13%로 가장 높았고, 설갱과 단미가 각각 19.57%와 19.36%로 가장 낮게 나타나, 포화수분흡수에 도달하기까지는 긴 시간이 필요할 것으로 예상되었다. 수입 가공용 쌀의 경우, 미국쌀은 46.81%로 가장 높았고, 가장 단단한 것으로 나타났다. 이러한 쌀의 수분흡수율은 품종, 저장기간 및 쌀 제분 시 전분의 손상도와 연관이 있어(Hatcher 등 2002; Han & Koh 2012), 쌀을 가루로 이용할 경우 전분입자에 물이 결합되어 무정형 부분에 침투 및 흡착하여 가공적성에 영향을 미치기 때문에 쌀음료 개발에도 영향을 미칠 것으로 사료된다(Chaing & Yeh 2002).

품종별 쌀가루에 대한 수분결합력은 수분을 보유하는 능력으로 국내산 가공용 쌀의 경우 삼광이 188.5%로 가장 우수하

Table 1. Water absorption, water binding capacity, solubility, and swelling power of processing type rice by various cultivars

Cultivar ¹⁾	Water absorption (%)	Water binding capacity (%)	Solubility (%)	Swelling power (%)
SK	22.70±2.13 ^{d2)}	188.5±2.7 ^b	4.91±0.24 ^{bc}	2.047±0.098 ^a
IP	22.37±1.18 ^{de}	181.1±4.8 ^c	5.68±0.33 ^{de}	1.724±0.113 ^b
SG	19.57±1.05 ^{bc}	129.1±5.4 ^g	4.52±0.31 ^g	2.027±0.097 ^a
AD	29.23±0.68 ^c	168.4±1.9 ^d	4.52±0.31 ^g	2.018±0.074 ^a
DS1	40.13±0.58 ^b	161.3±2.8 ^c	6.01±0.60 ^{de}	1.876±0.195 ^{ab}
GAM4	21.40±1.48 ^{de}	152.9±0.6 ^f	10.42±0.20 ^c	0.674±0.012 ^c
DM	19.36±0.82 ^{bc}	128.5±3.5 ^g	26.65±0.86 ^a	0.189±0.008 ^d
AR	46.81±0.77 ^a	188.8±2.4 ^b	5.32±0.15 ^{ef}	2.001±0.073 ^a
CR	20.95±0.48 ^{ef}	190.1±5.9 ^b	6.31±0.35 ^d	1.745±0.104 ^b
TR	21.87±0.52 ^{de}	211.8±4.3 ^a	13.70±0.15 ^b	0.577±0.009 ^c

¹⁾ SK, Samkwang; IP, Ilpum; SG, Seolgaeng; AD, Anda; DS1, Dasan-1; GAM4, Goami-4; DM, Danmi; AR, American rice; CR, Chinese rice; TR, Thai rice

²⁾ Any means in the same column followed by the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

였고, 그 다음으로 일품이 181.1%로 나타났으며, 설갱이 129.1%, 단미가 128.5%로 낮은 수분 결합력의 결과를 보였다. 수입 가공용 쌀은 미국쌀, 중국쌀 및 태국쌀이 각각 188.8%, 190.1% 및 211.8%로 수분결합력은 국내산 가공용 쌀에 비해 유의적으로 높게 나타났다($p < 0.05$). 이러한 결과는 가공용 수입쌀은 저장기간이 길어지면서 수분함량이 감소하여 단단해졌기 때문인 것으로 생각된다(Zhou 등 2002). 품종별 가공용 쌀의 용해도는 단미가 26.65%로 가장 높았으며, 그 다음으로 태국쌀 13.70%, 고아미4호 10.42%로 높았고, 나머지 품종은 4.52~6.31% 범위로 나타났다. 용해도는 쌀가루로 부터 용해된 용질의 양으로 향후 음료의 탁도나 점도와 관련이 될 수 있는 특성으로 10종의 시료 중 단미가 월등히 높게 나타난 것은 단미 자체의 높은 유리당 함량으로부터 영향을 받았을 것으로 사료된다. 팽윤력은 고체에 액체를 흡입시켜 늘어난 용적으로 팽윤력을 측정된 결과, 단미가 0.19%로 가장 낮았으며, 반대로 삼광, 설갱, 안다, 미국쌀은 2.00~2.05%로 유의적으로 높은 수준을 나타냈다($p < 0.05$). 팽윤력은 수분흡수율, 수분결합력 및 용해도 등과 같이 수화 관련 중요한 성질로 값이 클수록 탈수과정에서 물리화학적 변화가 적고, 건조과정에서도 손상이 적은 것으로 보고되었다(Sima 등 2000; Femenia 등 2003).

따라서 품종별 가공용 쌀의 수화특성 결과로 쌀을 원료로 한 음료베이스에는 삼광, 일품, 미국쌀 등의 품종을 이용하는 것이 더 좋을 것으로 기대된다.

3. 품종에 따른 가공용 쌀의 호화특성

품종에 따른 가공용 쌀의 호화특성인 아밀로오스 함량과 신

속점도 측정(RVA: rapid visco analyzer) 결과는 Fig. 2와 Table 2에 나타내었다. 10종의 쌀 품종별 아밀로오스 함량은 Fig. 2에서 보는 바와 같이 고아미4호가 36.65%, 태국쌀이 29.76%로 유의적으로 가장 높은 반면, 단미가 12.10%로 가장 낮게 나타났다($p < 0.05$). Seo & Kim(2011)의 보고에서 태국쌀의 아밀로오스 함량이 29.2%라고 한 결과와 비슷한 결과였다. 그 외 품종들은 17.29~19.80%의 수준으로 아밀로오스 함량을 나타내었다. 우리나라 고품질 쌀의 아밀로오스 함량 기준은 17~20%로 규정하고 있어(Son 등 2002), 본 실험에 사용된 10종 중 고아미4호, 태국쌀 및 단미를 제외한 7종은 고품질 쌀 아밀로오스 함량기준에 적합하였다. 또한, 쌀의 아밀로오스 함

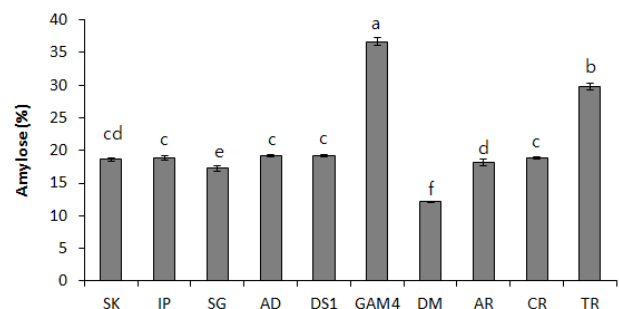


Fig. 2. Amylose content of processing type rice by various cultivars. SK, Samkwang; IP, Ilpum; SG, Seolgaeng; AD, Anda; DS1, Dasan-1; GAM4, Goami-4; DM, Danmi; AR, American rice; CR, Chinese rice; TR, Thai rice. Means with different letters (a~f) within a column are significantly different ($p < 0.05$).

량에 따라서 수분결합력, 수분흡수율 등 수화특성에 영향을 미치며, 아밀로오스 함량이 낮으면 호화가 쉬워지는 것으로 알려져 있다(Yoon 등 2012). 품종별 가공용 쌀의 아밀로오스 함량이 다르게 나타나 호화 양상도 다르며, 쌀 음료베이스 개발 시 가공적성에도 영향을 미칠 것으로 사료된다.

한편, 품종별 가공용 쌀가루의 호화특성으로 RVA를 측정 한 결과, Table 2에서 보는 바와 같이 품종별 유의적인 차이를 보였다($p < 0.05$). 호화온도는 단미와 고아미4호가 각각 91.6°C와 78.5°C로 높은 수준을 나타냈고, 그 외 품종은 68.0~71.1°C로 비슷한 수준이었다. 기존 연구 보고에 의하면 전분입자의 결정도가 낮으면 호화온도가 낮고, 가열시 팽윤이 느린 것은 호화 온도가 높다고 보고하였다(Biliaderis 등 1980; Ghiashi 등 1982). 이는 본 연구결과에서 단미와 고아미4호는 전분입자 결정도가 높고, 가열 중에 팽윤력이 느려 호화온도가 높은 것으로 생각된다(Table 1). 최고점도와 최종점도는 다산1호가 가장 높았고, 단미가 가장 낮게 나타났다. 가공 안정도를 나타내는 강하점도(breakdown)는 다산1호, 안다, 미국쌀 및 중국쌀이 각각 108.4 RVU, 100.3 RVU, 104.2 RVU 및 102.4 RVU로 높았고, 태국쌀이 62.8 RVU로 측정되었다. 전보에 의하면 수입 유통쌀의 강하점도는 미국쌀, 중국쌀 및 태국쌀이 각각 104.7 RVU, 84.4 RVU 및 78.2 RVU로 미국쌀이 높았다고 하였다(Song 등 2008). 강하점도는 아밀로오스 함량과 부의 상관관계에 있다고 보고(Jang 등 1996; Yoon 등 2012)한 것과 본 연구 결과와 유사하였으며, 단미의 경우 정의 상관관계를 나타내었다. 노화 정도를 나타내는 치반점도(setback)는 일품

과 미국쌀이 낮게 나타나, 노화가 더디게 진행될 것으로 보이며, 반면 고아미4호와 태국쌀이 높은 치반점도를 나타내었다. 이는 기존에 연구된 보고에 의하면 수입쌀의 치반점도는 태국쌀과 중국쌀은 높은 반면, 미국쌀은 낮았다는 결과와 일치하였다(Song 등 2008).

4. 품종 및 전처리 방법에 따른 가공용 쌀의 당화특성(pH)

품종별 가공용 쌀을 쌀, 수침처리 쌀, 건식 쌀가루, 습식 쌀가루로 전처리를 달리하여 당화 후 당화액 pH를 측정한 결과는 Table 3에 나타내었다. 품종별 원료 전처리 방법에 따른 당화액의 pH 값은 유의적으로 다른 차이를 보였으며, 설갱을 제외한 모든 품종에서 습식 쌀가루가 높게 나타났다($p < 0.05$). 전처리 방법에 따른 품종의 당화액 pH 값도 유의적인 차이를 보였는데, 쌀, 수침처리한 쌀 및 습식쌀가루 등에서의 pH는 일품이 가장 높았고, 건식쌀가루 처리군은 설갱이 높은 것으로 나타났다. 이러한 품종별 원료 전처리 방법에 따른 당화처리 후 pH가 다른 것은 쌀의 물리화학적 특성, 영양성분, 당화과정에서 생성되는 유기산이 해리되는 H^+ 이온의 영향에 기인할 것으로 사료된다(Hwang 등 2011).

5. 품종 및 전처리 방법에 따른 가공용 쌀의 당화특성(가용성 고형분)

품종별 가공용 쌀의 원료 전처리 방법에 따라 쌀, 수침처리한 쌀, 건식쌀가루, 습식쌀가루를 이용하여 고온용 α -amylase

Table 2. Pasting characteristics of processing type rices by cultivars

Cultivar ¹⁾	Viscosity (RVU) ²⁾					Pasting temperature (°C)
	Peak	Holding strength	Breakdown ³⁾	Final	Setback ⁴⁾	
SK	194.9±4.6 ^{cd}	125.0±8.0 ^{bc}	69.9±4.4 ^d	219.0±6.1 ^d	24.2±2.7 ^{de}	68.1±0.0 ^d
IP	201.7±7.2 ^c	107.1±6.5 ^d	94.6±1.7 ^b	196.4±6.6 ^e	-5.3±1.2 ^s	68.0±0.1 ^d
SG	194.5±1.4 ^c	110.3±2.3 ^d	84.3±1.0 ^c	220.2±2.2 ^d	25.7±0.8 ^d	68.1±0.0 ^d
AD	234.2±8.2 ^b	133.9±4.7 ^b	100.3±8.4 ^{ab}	275.5±5.1 ^b	41.2±7.9 ^c	68.1±0.1 ^d
DS1	263.8±2.0 ^a	155.4±8.4 ^a	108.4±7.0 ^a	308.1±12.1 ^a	44.3±10.7 ^c	68.0±0.1 ^d
GAM4	135.7±0.5 ^e	122.6±0.8 ^c	13.1±0.3 ^e	229.4±0.4 ^d	93.6±0.6 ^a	78.5±0.5 ^b
DM	6.3±0.2 ^f	5.2±0.5 ^e	1.1±0.5 ^f	17.5±1.3 ^f	11.2±1.2 ^f	91.6±0.0 ^a
AR	227.4±1.3 ^b	123.2±2.7 ^c	104.2±3.2 ^a	224.0±2.5 ^d	-3.4±3.5 ^s	68.1±0.0 ^d
CR	232.7±1.3 ^b	130.3±7.7 ^{bc}	102.4±7.5 ^{ab}	248.9±8.4 ^c	16.2±8.2 ^{ef}	68.1±0.1 ^d
TR	169.3±11.1 ^d	106.5±7.2 ^d	62.8±4.4 ^d	228.2±13.6 ^d	58.9±2.5 ^b	71.1±0.4 ^c

¹⁾ SK, Samkwang; IP, Ilpum; SG, Seolgaeng; AD, Anda; DS1, Dasan-1; GAM4, Goami-4; DM, Danmi; AR, American rice; CR, Chinese rice; TR, Thai rice

²⁾ Rapid visco units.

³⁾ Peak viscosity minus hot viscosity.

⁴⁾ Final viscosity minus peak viscosity.

⁵⁾ Any means in the same column followed by the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

Table 3. pH on the saccharification characteristics of processing type rices by cultivars and pre-treatment methods

Cultivar ¹⁾	Ingredient condition			
	Dry grain	Wet grain	Dry flour	Wet flour
SK	6.87±0.01 ^{b2)B3)}	6.81±0.00 ^{aC}	7.01±0.06 ^{abA}	7.03±0.01 ^{aA}
IP	6.92±0.01 ^{ab}	6.81±0.01 ^{aC}	6.92±0.02 ^{bcB}	7.05±0.02 ^{aA}
SG	6.79±0.01 ^{cC}	6.70±0.00 ^{bD}	7.08±0.00 ^{aA}	6.94±0.01 ^{cB}
AD	6.71±0.00 ^{eBC}	6.62±0.01 ^{dD}	6.83±0.17 ^{cdAB}	6.90±0.03 ^{dA}
DS1	6.62±0.00 ^{fB}	6.53±0.01 ^{eC}	6.51±0.01 ^{eD}	6.77±0.00 ^{eA}
GAM4	6.51±0.02 ^{hB}	6.43±0.01 ^{fC}	6.53±0.01 ^{eB}	6.61±0.00 ^{gA}
DM	6.23±0.01 ^{iB}	6.22±0.01 ^{gB}	6.25±0.00 ^{fB}	6.30±0.04 ^{hA}
AR	6.75±0.00 ^{dC}	6.67±0.03 ^{dD}	6.83±0.04 ^{cdB}	6.95±0.01 ^{bcA}
CR	6.76±6.76 ^{iB}	6.61±0.00 ^{dD}	6.73±0.00 ^{dC}	6.98±0.03 ^{bA}
TR	6.55±0.01 ^{gC}	6.61±0.02 ^{dB}	6.46±0.01 ^{eD}	6.69±0.01 ^{fA}

¹⁾ SK, Samkwang; IP, Ilpum; SG, Seolgaeng; AD, Anda; DS1, Dasan-1; GAM4, Goami-4; DM, Danmi; AR, American rice; CR, Chinese rice; TR, Thai rice

²⁾ Any means in the same column followed by the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

³⁾ Any means in the same row followed by the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

Table 4. Soluble solids on the saccharification characteristics of processing type rices by cultivars and pre-treatment methods

Cultivar ¹⁾	Ingredient condition (°Brix)			
	Dry grain	Wet grain	Dry flour	Wet flour
SK	13.67±0.74 ^{ab2)AB3)}	14.17±0.23 ^{aA}	14.20±0.00 ^{aA}	13.20±0.00 ^{bcC}
IP	13.73±0.59 ^{abA}	14.03±0.15 ^{aA}	14.13±0.12 ^{abA}	12.00±1.73 ^{dB}
SG	14.20±0.44 ^{aA}	14.27±0.06 ^{aA}	14.03±0.06 ^{abcA}	12.83±0.64 ^{cdB}
AD	12.93±0.06 ^{bc}	13.67±0.23 ^{abAB}	13.87±0.06 ^{cA}	13.40±0.20 ^{bcB}
DS1	14.30±0.36 ^{aAB}	13.07±1.01 ^{bcC}	13.90±0.00 ^{bcC}	15.30±0.10 ^{aA}
GAM4	6.43±0.15 ^{cC}	4.67±0.06 ^{dD}	11.47±0.12 ^{eB}	14.17±0.06 ^{bA}
DM	10.63±0.38 ^{eB}	9.10±0.46 ^{dC}	12.63±0.06 ^{dA}	12.63±0.32 ^{cdA}
AR	12.63±1.65 ^{bB}	13.23±0.06 ^{bcB}	14.20±0.20 ^{abB}	16.07±0.06 ^{aA}
CR	13.47±0.29 ^{abc}	12.73±0.21 ^{cd}	14.00±0.00 ^{bcB}	15.67±0.15 ^{aA}
TR	8.20±0.20 ^{dD}	12.67±0.40 ^{eB}	10.20±0.10 ^{fC}	15.63±0.06 ^{aA}

¹⁾ SK, Samkwang; IP, Ilpum; SG, Seolgaeng; AD, Anda; DS1, Dasan-1; GAM4, Goami-4; DM, Danmi; AR, American rice; CR, Chinese rice; TR, Thai rice

²⁾ Any means in the same column followed by the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

³⁾ Any means in the same row followed by the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

처리 후 가용성 고형분 함량을 측정한 결과는 Table 4에서 보는 바와 같다. 일부 품종을 제외하고 수침처리한 것보다 수침 처리하지 않는 것, 쌀보다는 쌀가루의 효소처리가 더 효과적으로 가용성 고형분 함량이 높게 나타났다. 특히, 고아미4호의 쌀과 수침처리 쌀은 6.48 °Brix와 4.67 °Brix이었으나, 건식 쌀가루와 습식쌀가루는 11.47 °Brix와 14.17 °Brix를 나타내어 전분의 수화보다는 전분의 표면적 증가가 당도를 증대시키

는데 더 큰 영향을 주었을 것으로 사료된다. 또한, 쌀 당화액의 가용성 고형분 함량의 차이는 쌀 품종에 따라 전분의 함량 및 전분 분해효소의 활성 등이 다르기 때문인 것으로 사료된다(Hwang 등 2011).

6. 품종 및 전처리 방법에 따른 가공용 쌀의 당화특성(환원당)

Table 5. Reducing sugar contents on the saccharification characteristics of processing type rices by cultivars and pre-treatment methods

Cultivar ¹⁾	Ingredient condition (% (w/w))			
	Dry grain	Wet grain	Dry flour	Wet flour
SK	1.04±0.02 ^{b2)D3)}	9.26±0.08 ^{aB}	6.32±0.08 ^{bC}	11.09±0.11 ^{bA}
IP	0.88±0.01 ^{cD}	7.46±0.17 ^{cB}	5.56±0.06 ^{dC}	10.48±0.15 ^{deA}
SG	1.29±0.00 ^{aD}	8.41±0.17 ^{bB}	4.40±0.03 ^{iC}	10.38±0.23 ^{eA}
AD	0.66±0.03 ^{eD}	8.33±0.05 ^{bB}	4.36±0.06 ^{iC}	9.37±0.17 ^{gA}
DS1	0.78±0.02 ^{dD}	3.35±0.21 ^{dC}	4.24±0.13 ^{iB}	9.75±0.22 ^{fA}
GAM4	0.75±0.02 ^{dD}	1.05±0.02 ^{iC}	2.96±0.09 ^{gB}	8.60±0.10 ^{hA}
DM	1.03±0.02 ^{bC}	0.75±0.01 ^{gD}	2.61±0.02 ^{hB}	3.26±0.12 ^{iA}
AR	0.40±0.02 ^{gD}	8.22±0.20 ^{bB}	6.03±0.06 ^{cC}	10.87±0.19 ^{bcA}
CR	0.35±0.02 ^{hD}	1.32±0.02 ^{eC}	5.01±0.08 ^{eb}	10.75±0.13 ^{cdA}
TR	0.60±0.02 ^{dD}	3.52±0.07 ^{dC}	9.83±0.22 ^{aB}	11.67±0.26 ^{aA}

¹⁾ SK, Samkwang; IP, Ilpum; SG, Seolgaeng; AD, Anda; DS1, Dasan-1; GAM4, Goami-4; DM, Danmi; AR, American rice; CR, Chinese rice; TR, Thai rice

²⁾ Any means in the same column followed by the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

³⁾ Any means in the same row followed by the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

쌀음료 개발에 있어서 환원당은 쌀의 전분효소에 의한 당화과정에서 유리되는 것으로 당 분해 정도가 낮으면 높은 환원당 함량을 나타내며, 식품의 감미와 풍미에 영향을 주는 주요 성분 중의 하나이다(Shin 등 2001). 품종별 가공용 쌀의 원료 전처리 방법에 따라 쌀, 수침처리한 쌀, 건식쌀가루, 습식쌀가루를 이용하여 고온용 α -amylase 처리 후 환원당 함량을 측정할 결과는 Table 5에 나타내었다. 전처리 방법에 따라 수침처리하지 않는 것보다 수침처리한 것, 쌀보다는 쌀가루가 유의적으로 더 환원당 함량이 높게 나타났다($p < 0.05$). 국내산 가공용 쌀 품종 중 삼광의 경우, 수침처리하지 않는 쌀이 1.04% (w/w), 수침처리한 쌀이 9.26%(w/w)이었으며, 건식쌀가루가 6.32%(w/w), 습식쌀가루가 11.09%(w/w)로 환원당 함량을 나타냈다. 수입쌀 중에서 미국쌀은 쌀, 수침처리한 쌀, 건식쌀가루 및 습식쌀가루의 환원당 함량이 각각 0.40%(w/w), 8.22% (w/w), 6.03%(w/w) 및 10.87%(w/w)로 비교적 높은 값을 나타내었다. 따라서 본 실험에서 품종별 차이는 전분효소에 의해 생성되는 당류와 전분의 구조적인 차이가 있고, 원료의 전처리별 차이는 건식보다는 습식이 전분의 표면적이 넓어 환원당 함량이 증가하는 것으로 사료된다.

7. 품종 및 전처리 방법에 따른 가공용 쌀의 당화특성(색도)

식품의 색은 제품의 신선도, 기호도, 품질 등을 결정하는 중요한 요소로, 쌀음료 개발 시 품종별 원료 전처리 방법에 따라 효소처리를 한 후 색도를 측정할 결과는 Table 6에 나타내었다. 쌀음료 베이스 당화액의 명도를 나타내는 L 값은 원

료의 전처리 방법에 따라 유의적인 차이를 나타내어 수침처리하지 않는 것보다 수침처리한 것이 고아미4호를 제외한 대부분 품종에서 낮은 값을 보였다($p < 0.05$). 또한, 단미를 제외한 모든 품종에서 건식쌀가루보다 습식쌀가루에서 L 값이 더 유의적으로 낮게 나타났다($p < 0.05$). 적색도를 나타내는 a 값은 수침처리하지 않는 쌀이 -2.45~-0.24, 수침처리한 쌀이 -2.05~-1.15, 건식쌀가루가 -2.32~-0.57, 습식쌀가루가 -2.09~-1.33 범위로 수침처리하지 않는 쌀과 습식쌀가루가 낮은 수치를 보였다. 황색도를 나타내는 b 값은 품종별로 삼광, 일품, 태국쌀이 낮은 수치를 보였고, 단미와 고아미 4호가 높게 나타났다. 전처리 방법에 따라 수침처리하지 않는 쌀보다 수침처리한 쌀, 건식쌀가루보다 습식쌀가루가 품종에 따라 다소 차이가 있는 것으로 나타났다($p < 0.05$).

쌀의 당화에 의한 색은 pH나 당의 종류, 온도 등에 의해서 영향을 많이 받는다고 알려져 있는데(Kim & Cho 2008; Hwang 등 2011), 본 연구에서 쌀음료베이스의 색은 쌀 품종별 전처리 방법에 따라서도 색에 영향을 미치는 것으로 사료된다.

요 약

쌀음료베이스 개발을 위한 품종별 가공용 쌀의 기초자료 확보를 위해 국내산 쌀 7종(삼광, 일품, 설갱, 안다, 다산1호, 고아미4호, 단미)과 수입쌀 3종(미국쌀, 중국쌀, 태국쌀)을 대상으로 수화, 호화 및 당화 관련 특성을 살펴보았다. 품종별 쌀의 수분함량은 11.88~15.26% 범위로 나타났으며, 수분흡수

Table 6. Color values on the saccharification characteristics of processing type rices by cultivars and pre-treatment methods

Cultivar ¹⁾	Ingredient condition				
	Dry grain	Wet grain	Dry flour	Wet flour	
L	SK	76.37±5.03 ^{cd2)A3)}	65.11±1.95 ^{fB}	70.25±0.60 ^{dB}	65.80±1.30 ^{eB}
	IP	78.99±0.43 ^{bcA}	65.10±1.22 ^{fC}	71.42±0.57 ^{cdB}	66.42±2.03 ^{eC}
	SG	78.14±0.39 ^{bcA}	65.75±0.57 ^{fC}	70.98±1.75 ^{cdB}	65.46±0.49 ^{eC}
	AD	79.46±0.29 ^{bcA}	69.19±2.12 ^{eC}	73.24±0.54 ^{bbB}	68.71±0.29 ^{bcC}
	DS1	80.21±0.13 ^{abA}	72.81±0.63 ^{dB}	72.67±0.96 ^{bcB}	70.07±0.60 ^{bcC}
	GAM4	78.46±0.48 ^{bcC}	79.73±0.32 ^{aB}	81.02±0.39 ^{aA}	68.27±0.14 ^{cdD}
	DM	74.41±0.50 ^{dA}	75.16±0.56 ^{eA}	70.01±0.30 ^{dC}	72.42±0.62 ^{aB}
	AR	80.73±0.95 ^{abA}	68.41±0.20 ^{eC}	71.46±1.91 ^{cdB}	66.89±0.80 ^{deC}
	CR	80.67±0.68 ^{abA}	76.03±0.36 ^{bcB}	74.22±0.19 ^{bcC}	68.53±0.14 ^{bcdD}
	TR	82.92±0.79 ^{aA}	77.43±0.97 ^{bbB}	70.90±0.19 ^{cdC}	69.20±0.71 ^{bcdD}
a	SK	-2.35±0.09 ^{efC}	-1.66±0.10 ^{eA}	-2.14±0.07 ^{deB}	-1.81±0.11 ^{bcA}
	IP	-2.40±0.03 ^{efC}	-1.69±0.10 ^{cdA}	-2.21±0.03 ^{deC}	-1.96±0.20 ^{cdB}
	SG	-2.45±0.02 ^{fcC}	-2.02±0.06 ^{efA}	-2.32±0.10 ^{eB}	-2.09±0.07 ^{dA}
	AD	-1.76±0.08 ^{eA}	-1.85±0.09 ^{deAB}	-1.90±0.01 ^{cdB}	-1.77±0.04 ^{bA}
	DS1	-2.11±0.03 ^{deB}	-2.03±0.03 ^{efB}	-2.05±0.07 ^{cdB}	-1.81±0.04 ^{bcA}
	GAM4	-0.80±0.16 ^{bA}	-1.15±0.03 ^{aB}	-1.09±0.19 ^{bbB}	-1.95±0.05 ^{cdC}
	DM	-0.24±0.47 ^{abB}	-1.40±0.24 ^{bcC}	0.57±0.57 ^{aA}	-1.33±0.12 ^{aC}
	AR	-2.16±0.02 ^{efC}	-1.67±0.02 ^{eA}	-1.91±0.11 ^{cdB}	-1.65±0.07 ^{bA}
	CR	-2.18±0.03 ^{efD}	-2.05±0.02 ^{fcC}	-1.98±0.04 ^{cdB}	-1.75±0.01 ^{bA}
	TR	-1.84±0.03 ^{cdB}	-1.93±0.05 ^{efC}	-1.69±0.01 ^{eA}	-1.69±0.05 ^{bA}
b	SK	2.45±0.19 ^{eA}	-0.82±0.39 ^{deC}	0.88±0.36 ^{efB}	0.57±0.41 ^{efB}
	IP	3.22±0.21 ^{eA}	-1.33±0.15 ^{eC}	1.52±0.37 ^{defB}	1.23±0.87 ^{deB}
	SG	4.57±0.19 ^{eA}	0.82±0.31 ^{bcC}	2.56±1.01 ^{cdB}	2.02±0.19 ^{eB}
	AD	5.15±0.29 ^{eA}	1.22±0.54 ^{bdD}	3.24±0.47 ^{cbB}	2.20±0.34 ^{ecC}
	DS1	4.52±0.13 ^{eA}	-0.09±0.19 ^{cC}	1.96±0.64 ^{dB}	1.80±0.37 ^{cdB}
	GAM4	10.06±0.39 ^{baA}	7.98±0.21 ^{abB}	7.69±0.39 ^{bbB}	7.74±0.18 ^{bbB}
	DM	12.23±0.62 ^{abB}	8.57±0.76 ^{acC}	14.85±0.71 ^{aaA}	9.59±0.62 ^{acC}
	AR	3.13±0.58 ^{deA}	-0.28±0.17 ^{cdC}	1.54±0.68 ^{defB}	0.36±0.17 ^{fcC}
	CR	3.13±0.29 ^{deA}	-0.74±0.15 ^{deD}	1.75±0.22 ^{deB}	0.66±0.10 ^{efC}
	TR	1.71±0.65 ^{fA}	-1.04±0.16 ^{ecC}	0.59±0.06 ^{fB}	0.21±0.33 ^{fB}

¹⁾ SK, Samkwang; IP, Ilpum; SG, Seolgaeng; AD, Anda; DS1, Dasan-1; GAM4, Goami-4; DM, Danmi; AR, American rice; CR, Chinese rice; TR, Thai rice

²⁾ Any means in the same column followed by the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

³⁾ Any means in the same row followed by the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

울은 안다, 미국쌀이 가장 높게 나타났다. 수분결합력은 태국쌀이 가장 높았으며, 단미, 고아미4호 및 설갱은 낮은 수분결합력을 나타내었다. 용해도는 10종의 시료 중 단미가 월등히 높은 26.6%를 나타내었으며, 팽윤력은 설갱, 안다, 미국쌀이 유의적으로 높은 수준을 나타냈다($p<0.05$). 품종별 쌀가루의 아밀로오스 함량은 고아미4호와 태국쌀이 가장 높은 반면, 단

미가 가장 낮았다. RVA를 측정된 결과, 호화온도는 단미와 고아미4호가 각각 91.6°C와 78.5°C로 가장 높았고, 그 외 품종은 68.0~71.1°C로 나타났다. 최고점도와 최종점도는 다산1호가 가장 높았고, 단미가 가장 낮게 나타났다. 치반점도는 일 품과 미국쌀이 낮게 나타나, 노화가 더디게 진행될 것으로 예상되었다.

한편, 쌀, 수침처리 쌀, 건식쌀가루, 습식쌀가루로 가공용 쌀 전처리를 달리하고, 수침시 흡수되는 수분량을 고려하여 물을 첨가하고, 고온용 α -amylase 처리 후 당화특성을 비교하였다. 당화액의 pH는 일품을 제외한 모든 품종에서 습식쌀가루가 유의적으로 높게 나타났다($p < 0.05$). 가용성 고형분 함량은 대부분 수침처리한 것보다 수침처리하지 않는 것, 쌀보다는 쌀가루의 효소처리가 더 효과적으로 높게 나타났다. 환원당 함량은 전처리 방법에 따라 수침처리하지 않는 것보다 수침처리한 것, 쌀보다는 쌀가루가 유의적으로 더 높게 나타났다($p < 0.05$). 색도는 L값의 경우 고아미4호를 제외한 대부분 품종에서 쌀보다 수침처리한 쌀이 낮은 값을 보였다. a값은 수침처리하지 않는 쌀과 습식쌀가루에서 낮은 값을 보였으며, b값은 쌀보다 수침처리한 쌀, 건식쌀가루보다 습식쌀가루가 품종에 따라 다소 차이가 있는 것으로 나타났다($p < 0.05$).

이러한 연구결과를 종합해 보면, 쌀을 원료로 한 음료베이스 개발을 위해서는 원료곡의 호화, 액화 및 당화에 영향을 주는 여러 가지 인자와 품종별 특성을 고려한 접근이 이루어져야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 국립식량과학원 농업과학기술사업(과제번호 : PJ01155002)의 지원에 의해 이루어진 것이며, 이에 감사드립니다.

References

- Bevilacqua A, Casanova FP, Petrucci L, Sinigaglia M, Corbo MR. 2016. Using physical approaches for the attenuation of lactic acid bacteria in an organic rice beverage. *Food Microbiology* 53:1-8
- Biliaderis CG, Maurice TJ, Vose JR. 1980. Starch gelatinization phenomena studied by differential scanning calorimetry. *J Food Sci* 45:1669-1674
- Chaing PY, Yeh AI. 2002. Effect of soaking on wet-milling of rice. *J Cereal Sci* 35:85-94
- Faulds C, Robertson J, Waldron K. 2008. Effect of pH on the solubilization of brewers' spent grain by microbial carbohydrates and proteases. *J Agricultural Food Chemistry* 56:7038-7048
- Femenia AP, Garcia P, Simal S, Rossello C. 2003. Effects of heat treatment and dehydration on bioactive polysaccharide acemannan and cell wall polymers from *Aloe barbadensis* Miller. *Carbohydrate Polymers* 51:397-405
- Ghiashi K, Varriano ME, Itosey RC. 1982. Gelatinization of wheat starch. IV. Amylograph viscosity. *Cereal Chem* 59: 263-267
- Ghosh K, Ray M, Adak A, Halder SK, Das A, Jana A, Parua S, Vagvolgyi C, Mohapatra PKD, Pati BR, Mondal KC. 2015. Role of probiotic *Lactobacillus fermentum* KKL1 in the preparation of a rice based fermented beverage. *Bioresource Technology* 188:161-168
- Han HM, Koh BK. 2012. Quality characteristics of long-term stored rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41:1571-1576
- Hatcher DW, Anderson MJ, Desjardins RG, Edwards NM, Dexter JE. 2002. Effects of flour particle size and starch damage on processing and quality of white salted noodles. *Cereal Chem* 79:64-71
- Hwang IG, Yang JW, Kim JY, Yoo SM, Kim GC, Kim JS. 2011. Quality characteristics of saccharified rice gruel prepared with different cereal Koji. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:1617-1622
- Jang KA, Shin MG, Hong SH, Min BK, Kim KO. 1996. Classification of rices on the basis of sensory properties of cooked rices and the physicochemical properties of rice starches. *Korean J Food Sci Technol* 28:44-52
- Juliano BO. 1985. Physicochemical Properties of Rice. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA. p.539
- Kim BK, Park JE, Zu G. 2011. Effects of semolina on quality characteristics of the rice noodles. *Food Engineering Progress* 15:56-63
- Kim DC, Choi JW, In MJ. 2011. Utilization of *Leuconostoc mesenteroides* 310-12 strain in the fermentation of a traditional Korean rice-based beverage. *J Appl Biol Chem* 54:21-25
- Kim KH, Cho HS. 2008. The physicochemical and sensory characteristics of *Jook* containing different levels of skate (*Raja kenogei*) flour. *J East Asian Soc Dietary Life* 18:207-213
- Kim SH, Kim AN, An BK, Choi SK. 2014. Studies on the fermentation characteristics of yogurt added with pregelatinized rice flour. *Korean J Culinary Research* 20:37-48
- Kim SK, Kim JM, Choi YB. 2000. Effect of Sikhye manufacturing conditions on the rice shape. *Korean J Dietary Culture* 15:1-7
- KOSIS. 2015. Korean Statistical Information Service. Agricultural Statistics Info: An output tendency of crops. Available from: <http://kostat.go.kr/wsearch/search.jsp>
- Kwon SM, Kim CM, Kim YH. 2007. Biological characteristics of instant rice treated with high hydrostatic pressure. *Korean*

- Society Food Sci Technology* 40:31-35
- Lee JS, Kang YH, Kim KK, Lim JG, Kim TW, Kim DJ, Bae MH, Choe M. 2014. Production of saccharogenic mixed grain beverages with various strains and comparison of common ingredients. *J East Asian Soc Dietary Life* 24:53-61
- Lee SJ, Lee YC, Kim SK. 2008. Comparison of cooking properties between imported and domestic rices according to cooking method and added water ratio. *Korean J Food Nutr* 21:463-469
- Martinek K, Semenov AN. 1981. Enzyme catalysis in organic synthesis. *Russian Chemical Reviews* 50:718-734
- Puerari C, Magalhaes-Guedes KT, Schwan GF. 2015. Physico-chemical and microbiological characterization of chicha, a rice-based fermented beverage produced by Umutina Brazilian Amerindians. *Food Microbiology* 46:210-217
- Seo HI, Kim CS. 2011. Pasting properties and gel strength of non-waxy rice flours prepared by heat-moisture treatment. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:196-204
- Shin SY, Sung YM, Kang MY. 2001. Saccharification and sensory characteristics of *Shikhe* made from glutinous rice varieties. *J East Asian Soc Dietary Life* 11:11-18
- Sima S, Femenia A, Llull P, Rosello C. 2000. Dehydration of *Aloe vera*: Simulation of drying curves and evaluation of functional properties. *J Food Eng* 43:109-114
- Son JR, Kim JH, Lee JI, Youn YH, Kim JK, Hwang HG, Moon HP. 2002. Trend and further research of rice quality evaluation. *Korean J Crop Sci* 47:33-54
- Song YE, Cho SH, Kwon YR, Choi DC. 2008. Quality of Jeonbuk-originated brand rice compared with other domestic brands and imported market rice. *Korean J Crop Sci* 53:347-352
- Yoon MR, Oh SK, Lee JH, Kim DJ, Choi IS, Lee JS, Kim CK. 2012. Varietal variation of gelatinization and cooking properties in rice having different amylose contents. *Korean J Food Nutr* 25:762-769
- Zhou Z, Robards K, Helliwell S, Blanchard C. 2002. Ageing of stored rice: Changes in chemical and physical attributes. *J Cereal Sci* 35:65-78

Received 16 August, 2016

Revised 13 September, 2016

Accepted 27 September, 2016