

음료가공을 위한 쌀 품종별 품질 특성 비교

신동선* · 심은영 · 이석기 · 최혜선 · 박지영 · 우관식 · 김현주 · 조동화 · 오세관 · 한상의 · †박혜영
농촌진흥청 국립식량과학원 수확후이용과, *동원대학교 호텔관광대학

Comparison of Quality Properties of Rice Cultivars for Beverage Processing

Dong-Sun Shin*, Eun Yeong Sim, Seuk Ki Lee, Hye-Sun Choi, Ji-Young Park, Koan Sik Woo,
Hyun-Joo Kim, Dong Hwa Cho, Sea Kwan Oh, Sang Ik Han and †Hye-Young Park
Crop Post-Harvest Technology Division, National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 16613, Korea
**Hotel Tourism Department, Tong Won University, Gwanggiu 12813, Korea*

Abstract

The properties of rice were studied on five rice cultivars (Ilpumbyeo, Samkwang, Goami-4, Dodamssal, and Thai rice), and employed two kinds of saccharification treatment methods (treatment I : rice shape, treatment II: grinding rice shape). Thai rice showed differences in width and length when compared to other cultivars of rice, and the Goami 4 had the lowest thousand-grain weight. The Goami4 and Dodamssal each showed high contents of amylose and resistant starch, and the water absorption rate was close to maximum at 90 minutes as well as the highest level of Goami 4 at all times. The qualities of highest water-binding capacity, solubility and swelling power was most significant in Thai rice. The lowest hardness level of wet rice resulted in the lowest hydration-related characteristics. High amylose content rice, in particular, showed low sugar content and slightly increased sugar content as the saccharification process improved (treatment II). On the other hand, high amylose cultivars had the same high degree of hardness as boiled rice. From these results, the Dodamssal was found to have the lowest viscosity at all temperatures but highest viscosity during the saccharification process, suggesting it may be successfully implemented as a thickener in rice beverage processing. The purpose of this study was to attempt to provide basic data on the development of rice beverage manufacturing technology, based upon the quality characteristics related to beverage processing of rice cultivars.

Key words: rice, cultivars, beverage, processing, quality

서 론

쌀은 세계적으로 중요한 식량자원으로 주로 아시아 지역에서 주식으로 사용하지만, 최근 유럽이나 미국 등에서도 쌀 소비가 증가하고 있는 추세이다(Peng 등 2009; Oh 등 2016). 국내에서는 생활환경의 급속한 변화로 식생활이 다양해지면서 쌀 소비량이 감소되고 있으며, FTA에 의한 쌀 수입개방으로 쌀 재고량이 증가하고 있는 실정이다. 통계청 자료에 의하면, 국민 1인당 연간 쌀 소비량은 2014년 65.1 kg에서 2016년

61.9 kg으로 매년 감소하고 있는 추세인 반면, 가공용 쌀의 소비량은 2014년 53만 톤에서 2016년 65만 톤으로 매년 증가하는 경향으로 가공을 통한 쌀의 소비 확대가 가능함을 시사하고 있다(KOSIS 2016). 이에 따라 밥류(Kwon 등 2007; Oh 등 2010), 죽류(Hwang 2011; Ku 등 2013), 면류(Kim 등 2011a; Choi 등 2014), 빵류(Lee & Lee 2006), 주류(Cho 등 2012), 음료류(Kim 등 2011b; Shin 등 2016)등 쌀을 이용한 다양한 가공제품의 개발 및 연구가 진행되고 있다.

쌀을 이용한 가공제품 중 대표적인 쌀 음료는 쌀을 당화시

† 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

키거나, 유산균을 넣어 발효시킨 다음 요구르트 형태의 쌀 발효음료를 제조하여 식사대용식이나 건강음료로 이용되고 있으며, 다양한 기능성을 갖는 probiotic food로서 관심이 집중되고 있다(Kalui 등 2010; Kim 등 2011). 최근 쌀 음료에 관한 국내 연구로는 유산균을 첨가한 쌀 발효음료, 군주를 이용한 혼합잡곡 발효음료, 호화쌀가루를 첨가한 요구르트형태의 음료, 쌀음료베이스 개발을 위한 특성 등이 보고되었으며(Kim 등 2011; Lee 등 2014; Kim 등 2014; Shin 등 2016), 국외 연구로는 쌀 발효음료의 특성과 유산균 및 곡류의 코지를 이용한 쌀 발효음료 등이 보고되었다(Puerari 등 2015; Ghosh 등 2015; Bevilacqua 등 2016). 이렇듯 쌀 음료에 대한 연구가 지속적으로 이루어지면서 음료가공에 대한 기술개발과 그 수요가 증가하고 있지만, 아직까지 소비자들의 니즈에 맞는 쌀 음료 개발과 음료가공에 적합한 쌀 품종의 선정에 대한 연구는 전무한 실정이다.

따라서, 음료 가공과 관련된 쌀 품종의 품질 특성을 바탕으로 쌀 음료 제조기술 개발에 관한 기초 자료를 제공하고 쌀의 외관특성, 총전분, 저항전분, 아밀로스함량 등의 전분특성, 시간에 따른 수분흡수를 변화, 수화 및 호화 과정에 따른 경도 특성, 처리조건에 따른 당도, 환원당, 점도 등의 당화특성을 조사하여 쌀 품종간의 품질 특성을 비교하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용된 쌀은 아밀로오스 함량이 다른 5종의 품종을 선택하였는데, 그 중 일품(Ilpumbyeo, Suwon, Korea), 삼광(Samkwang, Suwon, Korea), 고아미4(Goami4, Suwon, Korea), 도담(Dodamssal, Suwon, Korea)은 농촌진흥청 국립식량과학원에서 2016년에 재배 및 수확된 것이며, 태국쌀(Thairice, Thailand)은 2015년에 생산되어 2016년에 국내 수입된 쌀을 이용하였다(Fig. 1). 국내에서 재배된 쌀은 정조를 받아 현미기(Model SY88-TH, Ssangyoung Ltd., Korea)를 이용하여 백미(10분도미)로 도정하였고, 분석방법에 따라 가루시료가 필요한 것은 분쇄기로 분쇄하여 100 메쉬 체로 걸러 일정크기의 입자인 시료를 사용하였다.

2. 쌀의 외관특성

품종별 백미 외관 특성인 형태와 크기를 조사하기 위해 Caliper(Model CD-15CP, Mitutoyo Corp., Japan)를 이용하여 길이, 폭 및 두께를 측정하였고, 측정된 값으로 장폭비를 계산하였다. 천립중은 일정 크기의 계산에 의해 장폭피를 완전립 무게를 측정하여 천립중을 비교하였다.

3. 쌀의 전분특성(총 전분, 저항전분, 아밀로오스 함량)

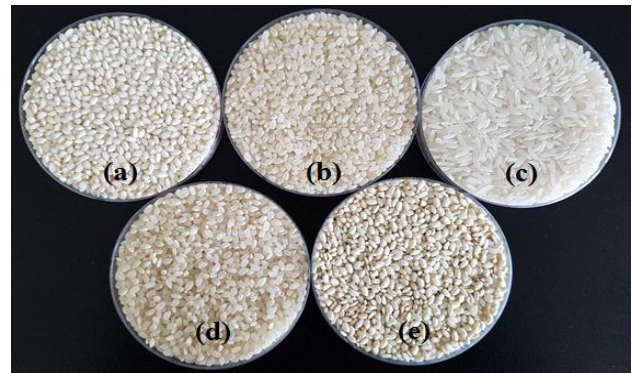


Fig. 1. Appearance of the grain with different cultivars. (a) Dodamssal, (b) Samkwang, (c) Thai rice, (d) Ilpumbyeo, (e) Goami 4.

품종별 쌀의 총 전분과 저항전분 함량은 Megazyme kit(K-TSTA, Megazyme International Ireland Ltd. Wicklow, Ireland)를 구입하여 분석하였다. 시료 100 mg에 pancreatin α -amylase로 37°C에서 16시간 반응 후 침전물에 2M KOH 용액을 첨가하여 분산 및 용해시켰다. pH 3.8인 1.2 M sodium acetate buffer와 amyloglucosidase을 첨가하여 50°C에서 30분 반응시킨 후 가수분해된 glucose양에 따라 가용성 전분과 저항전분을 각각 환산하였으며, 총 전분의 함량은 두 값을 더하여 계산하였다.

아밀로오스 함량은 Juliano(1985)의 비색정량법에 따라 분석하였다. 분쇄시료 100 mg에 95% ethanol과 1 N sodium hydroxide를 가하고, 100°C에서 호화시킨 후 냉각하였다. 이 호화액에 1 N acetic acid와 2% I₂-KI 용액을 첨가하여 정색반응을 시킨 다음, 분광광도계(Evolution 500, Thermo, USA)를 이용한 620 nm의 파장에서의 흡광도를 측정하였다.

4. 쌀의 시간에 따른 수분흡수율 변화

수분흡수율은 쌀 시료 2 g에 증류수 6 mL를 가하여 10, 20, 30, 60, 90, 120분 동안 수침상태를 유지한 후 물을 제거하고, 종이 타올로 표면수를 제거한 다음, 칭량하여 아래의 식으로 계산하였다. 수침수의 온도는 가공수 온도로 가장 많이 이용되는 15°C내외로 하였고, 수침시간 동안은 15°C로 유지되는 항온기 안에서 수침을 유지하였다.

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

5. 가공처리 과정에 따른 쌀의 경도 비교

음료 가공 시 이루어지는 수화, 호화 과정에 따른 쌀 품종별 경도를 비교하고자 하였다. 데시케이터에 24시간 방치하여 수분평형을 이룬 쌀, 1시간 수침 후 15분간 물빼기를 하여

연은 불린 쌀, 불린 후 쌀 무게의 120%(w/w) 물을 추가하여 20분간 가열 후, 10분간 뜸을 들여 취반한 밥의 경도를 측정하였다. 쌀과 밥알의 크기가 중간이고, 모양이 뭉개지거나 온전하지 않은 것은 제외시켰고, 모양이 바른 것을 골라 핀셋으로 옮겨 분석하였다. 경도 측정은 Texture analyzer(Zwick Roell, Ulm, Germany)를 이용하였으며, 분석조건은 pre-test speed 2 mm/s, post-test speed 2 mm/s, strain 40%, probe diameter 4 mm 의 조건으로 경도(hardness)를 측정하였다.

6. 품종 및 가공방법을 달리한 쌀음료베이스 제조 및 품질특성 분석

일품, 삼광, 고아미4, 도담 및 태국쌀 이상 5종의 쌀을 맑은 물이 나올 때까지 세척한 후 쌀 부피 2배 분량의 물에 1시간 수침하였다. 수침 후 15분 이상 물빼기를 한 쌀에 기존 생쌀무게 기준의 100% 물을 가하여 전기보온밥솥(SCJ-550S, SHNL, Seoul, Korea)으로 취사하여 고두밥을 얻었으며, 다음 두 가지 방법에 의한 당화과정을 수행하였다. 즉, 고두밥에 생쌀무게 기준의 200% 물을 가하여 처리 I 은 분쇄과정 없이 바로 당화시켰고, 처리 II는 가정용 분쇄기(SFM-555SP, SHNL, Seoul, Korea)로 10초 동안 3회 분쇄(거친 죽 정도)하여 당화시켰다. 당화는 α-amylase(Tenmamy 120 L, Type L, Novozymes, Bagsvaerd, Denmark)를 생쌀무게 기준의 0.2%(w/v)를 가하여 100℃ 항온수조에서 1시간 동안 실시하여 쌀음료베이스 시료를 얻었고, 실온으로 식혀 품질 특성을 분석하였다.

가용성 고형분 함량은 당도계(PAL-3, ATAGO, Tokyo, Japan)를 이용하였고, 환원당은 희석한 시료용액 1 mL에 DNS(3,5-dinitrosalicylic acid)시약 1 mL를 넣고 끓는 수욕에서 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. 점도는 각 시료의 점도차이에 따라 측정 가능한 spindle 즉, 삼광은 No. 62, 태국쌀은 No. 63, 일품, 도담, 고아미4는 No. 64를 사용하여 점도계(DV-II⁺Pro, Brookfield, Middleboro,

MA, USA)로 측정하였다. 점도의 품종별 유의성은 각기 다른 spindle 사용으로 수행하지 않고, 가공방법에 따른 유의성만 살펴보았다.

7. 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. 쌀의 외관 특성

쌀음료베이스를 제조하기 위하여 품종별 일품, 삼광, 고아미4, 도담 및 태국쌀의 외관특성을 비교한 결과는 Table 1에서 보는 바와 같았다. 외관특성 중 길이는 태국쌀이 7.51 mm로 가장 길었고, 그 다음으로 도담이 4.92 mm로 약간 길었으며, 나머지 품종은 4.83~4.87 mm 수준이었다. 너비는 고아미4가 2.88 mm로 가장 크게 나타났고, 태국쌀이 2.14 mm로 가장 얇았다. 두께는 일품이 2.01 mm로 가장 두꺼웠으며, 장폭비는 태국쌀이 다른 품종에 비해 대체로 가늘고 긴 형태(장폭비 3.52)로 가장 높은 특성을 보였고, 일품, 삼광, 고아미4 및 도담 등은 1.70, 1.74, 1.70 및 1.72로 비슷한 장폭 비율을 나타내어 쌀알이 둥근 형태였다(Fig. 1, Table 1). 쌀의 천립에 해당하는 낱알의 무게를 표시하는 천립중은 태국쌀이 20.82 g으로 가장 높았고, 그 다음으로 일품이 19.90 g, 삼광이 19.31 g, 도담이 18.91 g, 고아미4가 15.85 g 순으로 품종별로 유의적인 차이를 보였다.

2. 쌀의 전분 특성(총 전분, 저항전분, 아밀로오스 함량)

쌀음료베이스 제조를 위한 전분 특성을 알아보하고자 총 전분, 저항전분 및 아밀로스 함량을 측정한 결과는 Table 2에

Table 1. Grain size and weight of rice cultivars

Cultivar	Length (mm)	Width (mm)	Thickness (mm)	Length/width	Thousand grains weight (g)
Ilpumbyeo	4.83±0.11 ^b	2.85±0.12 ^a	2.01±0.08 ^a	1.70±0.09 ^b	19.90±0.06 ^b
Samkwang	4.83±0.10 ^b	2.78±0.15 ^b	1.98±0.08 ^a	1.74±0.08 ^b	19.31±0.02 ^c
Goami4	4.87±0.13 ^b	2.88±0.13 ^a	1.77±0.09 ^b	1.70±0.09 ^b	15.85±0.16 ^c
Dodamssal	4.92±0.10 ^b	2.86±0.13 ^a	1.99±0.10 ^a	1.72±0.09 ^b	18.91±0.11 ^d
Thairice	7.51±0.24 ^a	2.14±0.10 ^c	1.77±0.10 ^b	3.52±0.21 ^a	20.82±0.06 ^a

¹⁾ All values are mean±S.D. (n=3).

²⁾ Any means in the same column followed by the small letter(^{a-c}) are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

Table 2. Amylose and total starch contents of rice cultivars

Cultivar	Total starch (%, w/w)	Resistant starch (%, w/w)	Amylose contents (%, w/w)
Ilpumbyeo	84.90±0.97 ^a	0.33±0.03 ^d	20.35±0.06 ^c
Samkwang	83.63±2.24 ^{ab}	0.35±0.04 ^d	20.90±0.50 ^c
Goami 4	81.17±0.33 ^b	17.63±0.12 ^a	39.80±4.00 ^a
Dodamssal	85.28±0.74 ^a	10.16±0.25 ^b	43.10±0.11 ^a
Thai rice	83.89±1.89 ^{ab}	0.88±0.03 ^c	31.98±0.16 ^b

¹⁾ All values are mean±S.D. (n=3).

²⁾ Any means in the same column followed by the small letter(^{a-d}) are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

나타내었다. 총 전분은 일품과 도담이 각각 85.28% 및 84.90% 이었고, 삼광과 태국쌀이 각각 83.63% 및 83.89%로 비슷한 수준이었으며, 고아미4가 81.17%로 가장 적은 수준으로 나타났다. Yoon 등(2013)은 쌀 품종별 총 전분 함량은 일품과 고아미4가 82.7%, 고아미2와 고아미3가 84.0%로 유의적인 차이를 보이지 않았다고 보고하였으며, Lee 등(2010)은 백미의 총 전분 함량은 90.0~92.0%로 보고하여 본 실험결과와 다소 차이를 보였다. 이는 쌀 품종과 도정도, 영양성분, 분석방법 등에 따라 차이가 나타난 것으로 추측된다.

저항전분(Resistant Starch: RS)은 난소화성 탄수화물로 식이섬유와 유사한 기능성 물질이며(Oh 등 2000), 쌀에는 저항전분 함량이 미미한 수준으로 알려져 있다(Lee & Shin 2005). 쌀 품종별 저항전분을 분석한 결과, Table 2에서 보듯이 고아미4가 17.63%, 도담이 10.16%로 다른 품종(0.33~0.88%)에 비해 높은 함량을 나타내었다. Yoon 등(2013)은 고아미로스 품종별 저항전분 함량을 측정된 결과, 고아미4가 13.69%로 가장 높은 함량을 나타내었고, Sim 등(2015)의 연구에서 쌀 품종별 저항전분 함량은 백미의 경우 1% 미만이었으나, 도담은 12.39%로 높은 함량을 보고하였다. 이러한 기존의 연구 보고와 본 실험의 결과와 비교해 보면 수치에는 차이가 있지만, 고아미4와 도담의 저항전분 함량은 매우 높음을 확인할 수 있었다. 전분의 아밀로스 함량은 고아미4와 도담이 각각 39.80% 및 43.10%로 일품(20.35%)과 삼광(20.90%)에 비해 높게 나타났다. Yoon 등(2012)은 일품의 아밀로스 함량이 18.10%로 보고하였고, Sim 등(2015)은 도담쌀이 38.71%로 보고하여 본 실험의 결과와 유사하였다.

전분의 아밀로스 함량은 호화특성에 영향을 주며, 함량이 낮을수록 호화가 쉬워지는 것으로 알려져 있다(Fitzgerald 등 2003; Yoon 등 2012). 또한, Shin 등(2016)은 이러한 호화특성은 쌀 음료베이스 제조 시 가공적성에 영향을 줄 것으로 추측하였는데, 본 연구에서 고아미4와 도담 등과 같이 아밀로스 함량이 높은 품종은 쌀 음료가공 시 호화가 어려우므로, 당의 함량을 향상시키기 위한 가공방법의 개선이 필요할 것으로

사료된다. 전분특성을 실험결과에서 저항전분은 아밀로스 함량과 정의 상관성을 가지며(Zhu 등 2011), 쌀의 아밀로스 함량이 높을수록 저항전분의 함량이 높음을 확인할 수 있었는데, 이와 밀접한 관련이 있을 것으로 사료된다.

3. 쌀의 시간에 따른 수분흡수율 변화

수분흡수율은 음료가공 시 쌀 원료의 수침과정을 통한 쌀 품종별 최적 침지시간을 확인하는 것으로 일정한 시간이 지나면 수분흡수속도는 평형상태에 도달한다. 즉, 수화과정은 쌀을 수침하면 수분이 배아부분을 통해 우선 침투되어 중양을 중심으로 퍼져나가는 과정을 거치게 되는데, 30~60분 사이에 내부에 침투한 수분이 평형을 유지하는 것이다(Horign 등 2006). 쌀 품종별 수침처리 온도를 15°C로 하여 시간별 수분흡수 양상을 측정된 결과는 Fig. 2에서 보듯이 초기 30분 동안 수분흡수가 빠르게 이루어졌고, 60분 전후에는 변화가 적고 완만한 수분흡수율의 변화를 나타내었다. 특히, 아밀로스 함량이 높은 고아미4의 경우, 90분에 48.23%로 최대치에 가까웠으며, 다른 품종에 비해 가장 높은 수준이었다. 그 외 품종들은 60분이 지나면서 평형상태를 유지하면서 서서히 증가하는 경향을 보였다. 이러한 쌀 품종별 차이는 Shin 등(2016)이 보고한 가공쌀을 수침처리 온도 25°C로 하여 수분

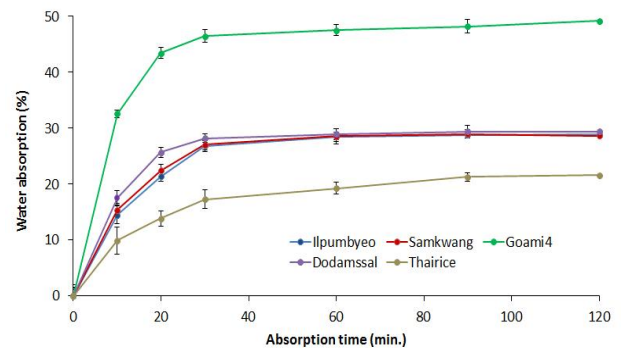


Fig. 2. Water absorption of rice cultivars according to soaking times.

흡수율을 측정된 결과, 품종별로 차이가 있었다고 보고와 일치하였으나, 수치의 차이는 있었는데, 이는 수침처리 온도가 다르기 때문으로 추측된다(Chiang & Yeh 2002). 따라서, 쌀음료 개발에 있어서 쌀의 수분흡수율은 품종, 외관특성, 저장기간, 전분 손상도, 수침온도 및 시간 등이 가공적성에 영향을 줄 것으로 사료된다(Hatcher 등 2002; Han & Koh 2012).

4. 가공처리 과정에 따른 쌀의 경도 비교

음료 가공 시 이루어지는 수화, 호화 과정에 따른 쌀 품종별 경도를 측정된 결과는 Table 3에 나타내었다. 가공처리에 따라 건조쌀, 습식쌀 및 취반밥의 경도를 측정된 결과, 건조쌀은 고아미4와 도담이 경도가 가장 높아 단단한 것으로 나타났으며, 일품과 삼광은 비슷한 수준이었고, 태국쌀이 가장 낮았다. 습식쌀은 수화관련 특성으로 건조쌀에 비해 경도가 낮아졌는데, 특히 고아미4가 804.80 g으로 다른 품종(1,180.20 g~1,330.00 g)에 비해 현저히 낮은 값을 나타내었다. 이는 앞서 결과의 고아미4가 수분흡수율이 가장 높은 것과 관련이 있을 것으로 추측된다. 취반밥의 경도는 쌀 품종별 아밀로스 함량에 따라 유의적으로 상당히 큰 차이를 보였으며($p<0.05$), 아밀로스 함량이 높은 도담이 가장 높은 값을 나타내었고, 그 다음으로 고아미4, 태국쌀, 일품 및 삼광 순으로 나타났다. 이는 아밀로스 함량이 높으면 호화가 잘 이루어지 않기 때문에, 다른 품종에 비해 경도가 높게 나타나는 것으로 사료된다. Yu 등(2010)의 연구에서 쌀이 호화된 밥의 경도는 아밀로스 함량과 정의 상관관계를 나타낸다고 하였으며, Kim 등(2005)은 쌀 품종별 밥의 경도는 쌀의 성분과 취반조건 등에 따라 품종 간의 차이가 있었다고 하여 본 연구 결과에서도 유사한 결과임을 확인할 수 있었다.

5. 품종 및 가공방법을 달리한 쌀음료베이스 제조 및 품질 특성 분석

쌀음료베이스를 제조하기 위해 품종별 가공방법에 따라 처리 I(밥알 그대로 당화처리), 처리 II(밥알을 분쇄하여 당

화처리)로 하여 당도, 환원당, 점도를 측정된 결과는 Table 4에 나타내었다. 당도를 측정된 결과, 처리 I은 아밀로오스 함량이 높은 고아미4와 도담이 당화과정이 개선됨에 따라 당도가 가장 낮았고, 삼광이 가장 높게 나타났다. 당화처리 방법에 따라 당도의 차이를 보였는데, 처리 I보다는 처리 II가 쌀 품종 간의 유의적인 차이를 나타내었다($p<0.05$). Lee 등(1997)은 쌀 45개 품종을 대상으로 식혜를 제조 시 당도를 측정된 결과, 쌀 품종간의 차이가 있었다고 한 보고와 본 실험의 결과와 일치하였다.

환원당은 쌀음료베이스 제조 시 당화과정에서 전분효소에 의해 유리되는 것으로 당이 분해하는 정도가 낮으면 환원당 함량이 높으며, 식품의 감미 또는 풍미 등에 영향을 주는 중요한 성분 중의 하나이다(Shin 등 2001). 당화과정에 따른 환원당은 처리 I의 경우, 도담이 4.80 mg/mL로 가장 낮았고, 삼광이 11.50 mg/mL로 가장 높은 함량을 나타내었다. 처리 II의 경우도 고아미4를 제외한 모든 품종에서 처리 I에 비해 약간 증가하는 경향을 나타내었다. 이러한 환원당 함량의 차이는 쌀 품종별로 전분효소에 의해 생성되는 당류와 전분구조의 차이가 있기 때문이며, 당화처리방법에 따라 밥알 그대로 보다는 분쇄하여 당화시켜 전분의 표면적이 더 넓어 환원당 함량이 증가한 것으로 보인다(Shin 등 2016).

점도는 Table 4에서 알 수 있듯이 당화처리 방법에 따라 쌀 품종별 특성인 아밀로스 함량에 따라 큰 차이를 보였다. 처리 I의 경우, 삼광은 너무 묽어 측정이 어려웠으며, 아밀로오스 함량이 높은 고아미와 도담이 각각 15,853.00 cP 및 15,590.00 cP로 비슷한 수준으로 가장 높은 값을 나타내었다. 당화처리 방법에 따라 밥알을 분쇄하여 당화처리한 처리 II가 밥알 그대로 당화처리한 처리 I에 비해 점도가 더 증가되었다. 특히, 처리 II의 경우, 도담은 당화과정에 의해 점도가 너무 높아져 측정하기가 곤란하였다. 따라서, 당화처리 방법은 용도에 맞게 제조방법을 선택하는 것이 좋으며, 쌀 품종 중 고아미4와 도담은 처리 II에 의해 점도 축진의 가능성을 보여 주었기 때문에, 증점제로 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

Table 3. Hardness of rice according to grain condition and cultivars during beverage processing

Cultivar	Dry rice (g)	Wet rice (g)	Boiling rice (g)
Ilpumbyeo	13,161.7±1,475.7 ^b	1,183.2±104.4 ^b	70.8±13.1 ^d
Samkwang	13,030.0±1,694.7 ^b	1,210.4±129.2 ^b	57.3±11.6 ^c
Goami 4	14,056.0±1,619.3 ^a	804.8±58.7 ^c	136.3±18.9 ^b
Dodamssal	14,226.5±1,595.6 ^a	1,217.8±138.5 ^b	148.9±25.5 ^a
Thai rice	11,262.8±1,395.6 ^c	1,330.0±156.4 ^a	110.7±15.4 ^c

¹⁾ All values are mean±S.D. (n=3).

²⁾ Any means in the same column followed by the small letter(^{a-d}) are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

Table 4. Comparison of sugar content, reducing sugar and viscosity of rice-beverage base according to raw material processing method and cultivars

	Cultivar	Treatment I	Treatment II	t value
Sugar (°Bx.)	Ilpumbyeo	16.40±0.4 ^{b1)}	18.30±0.4 ^b	- 11.221 ^{***}
	Samkwang	17.70±1.4 ^a	19.50±0.5 ^a	- 3.671 ^{**}
	Goami 4	6.70±0.0 ^d	10.80±0.4 ^d	- 28.822 ^{***}
	Dodamssal	9.40±0.4 ^c	12.00±1.1 ^c	- 6.411 ^{***}
	Thai rice	17.10±0.9 ^{ab}	18.10±0.6 ^b	- 2.834 [*]
Reducing sugar (mg/mL)	Ilpumbyeo	8.70±1.8 ^{ab}	11.10±1.4 ^b	-
	Samkwang	11.50±2.0 ^a	14.40±1.5 ^a	-
	Goami 4	7.10±1.4 ^{bc}	6.10±1.2 ^c	-
	Dodamssal	4.80±1.2 ^c	5.90±1.3 ^c	-
	Thai rice	11.30±1.8 ^a	12.50±2.7 ^{ab}	-
Viscosity (cP)	Ilpumbyeo	2,739.00±35 ^b	11,038.00±38 ^b	- 414.950 ^{***}
	Samkwang	N.D (under)	6,779.00±104 ^c	-
	Goami 4	15,853.00±1,814 ^a	56,992.00±1,656 ^a	- 29.005 ^{***}
	Dodamssal	15,590.00±1,897 ^a	N.D (over)	-
	Thai rice	2,100.00±274 ^b	5,339.00±418 ^c	- 20.446 ^{***}

¹⁾ Saccharification treatment methods: Treatment I (rice shape), Treatment II (grinding rice shape).

²⁾ All values are mean±S.D. (n=3, * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$).

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

요약 및 결론

쌀을 원료로 한 음료가공을 위한 기초 자료로 제공하고자 품종별 외관특성, 전분특성, 수분흡수율, 경도특성, 당화특성 등의 쌀 품종간의 품질 특성을 비교하고자 하였다. 시료로 사용된 쌀은 일품, 삼광, 고아미4, 도담 및 태국쌀 등 5가지 품종을 대상으로 하였다. 외관특성을 측정된 결과, 태국쌀은 가늘고 길며, 고아미4는 작고 가벼웠으며, 그 외 품종은 쌀알이 둥근 형태로 비슷하였다. 쌀의 전분특성을 측정된 결과, 저항전분은 고아미4가 17.63%, 도담이 10.16%로 다른 품종에 비해 높았다. 아밀로스 함량은 고아미4와 도담이 각각 39.80% 및 43.10%로 높은 함량을 나타내었다. 쌀의 시간에 따른 수분흡수율은 초기 30분 동안 수분흡수가 빠르게 이루어졌고, 60분 전후에는 변화가 적고 완만하였으며, 고아미4는 수분흡수율이 매우 높았다. 가공방법에 따라 건조쌀, 습식쌀 및 취반밥의 경도를 측정된 결과, 건조쌀은 고아미4와 도담이 가장 높은 값을 나타내었으며, 일품과 삼광은 비슷한 수준이었다. 습식쌀은 건조쌀에 비해 경도가 낮아졌으며, 고아미4가 가장 낮았다. 취반밥은 쌀 품종별 아밀로스 함량에 따라 유의적으로 큰 차이를 보였으며, 도담이 가장 높았다($p<0.05$). 당화처리에 따라 처리 I(밥알 그대로 처리), 처리 II(밥알을 분쇄하여 처리)의 품질을 측정된 결과, 처리 I 보다는 처리 II가

쌀 품종 간의 유의적인 차이를 나타내었다($p<0.05$). 환원당은 처리 I의 경우, 도담이 가장 낮았고 삼광이 가장 높았으며, 처리 II의 경우도 고아미4를 제외한 모든 품종에서 처리 I에 비해 약간 증가하였다. 점도는 쌀 품종별 아밀로스 함량에 따라 큰 차이를 보였으며, 처리 II가 처리 I에 비해 점도가 더 증가되었다. 따라서, 쌀 품종 중 고아미4와 도담은 쌀 음료 제조 시 증점제로 사용이 가능할 것으로 기대되며, 쌀을 원료로 하는 음료가공 시 쌀 품종별 특성과 수화, 호화 및 당화과정에서 영향을 주는 인자를 고려하여야 할 것이다.

감사의 글

본 논문은 국립식량과학원 기관고유사업(과제번호 PJ011-55002)에 의한 연구결과의 일부이며, 이에 깊은 감사를 드립니다.

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
- Chae SH. 2015. Trend of rice consumption for easy meal in

- Korea and Japan. *NH Nonghyup Monthly Survey* No. July: 56-67
- Chiang PY, Yeh AI. 2002. Effect of soaking on wet-milling of rice. *J Cereal Sci* 35:85-94
- Cho HK, Lee JY, Seo WT, Kim MK, Cho KM. 2012. Quality characteristics and antioxidant effects during *Makgeolli* fermentation by purple sweet potato-rice *Nuruk*. *Korean J Food Sci Technol* 44:728-735
- Choi EJ, Kim CH, Kim YB, Kum JS, Jeong YH, Park JD. 2014. Quality characteristics of instant rice *Noodles* manufactured with broken riceflour. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43: 1270-1277
- Fitzgerald MA, Martin M, Ward RM, Park WD, Shead HJ. 2003. Viscosity of rice flour: A rheological and biological study. *J Agric Food Chem* 51:2295-2299
- 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
- Horign AK, Takahashi H, Maruyama S, Ohtsubo K, Yoshida M. 2006. Water penetration into rice grains during soaking observed by gradient echo magnetic resonance imaging. *J Cereal Sci* 44:307-316
- 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
- Juliano BO. 1985. Polysaccharide, proteins, and lipids of rice. In *Rice Chemistry and Technology*. pp. 59-120. The American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, MN, USA
- Kalui CM, Mathara JM, Kutima PM. 2010. Probiotic potential of spontaneously fermented cereal based foods - A review. *Afr J Biotechnol* 9:2490-2498
- Kim BK, Park JE, Zu G. 2011a. Effects of semolina on quality characteristics of the rice *Noodles*. *Food Engineering Progress* 15:56-63
- Kim DC, Choi JW, In MJ. 2011b. 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 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 YD, Ha UG, Song YC, Cho JH, Yang EI, Lee JK. 2005. Palatability evaluation and physical characteristics of cooked rice. *Korean J Crop Sci* 50:24-28
- KOSIS. 2016. Korean Statistical Information Service. Agricultural Statistics Info: An output tendency of crops. Available from: <http://kostat.go.kr/wsearch/search.jsp>
- Ku KH, Cho EJ, Koo MS. 2013. Optimal mixture ratio for rice (*Oryza sativa* L.) gruel supplemented with puffed rice by mixture design. *J East Asian Soc Dietary Life* 23:2018-226
- 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 C, Shin JS. 2005. Effects of resistant starch of rice on blood glucose response in normal subjects. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37:301-303
- 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 MH, Lee YT. 2006. Bread-making properties of rice flours produced by dry, wet and semi-wet milling. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35:886-890
- Lee SH, Kim MY, Kim HY, Ko SH, Shin MS. 2010. Comparison of rice properties between rice grown under conventional farming and one grown under eco-friendly farming using hairy vetch. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:1684-1690
- Lee SK, Joo HK, Ahn JK. 1997. Effects of rice varieties on saccharification in producing *Shikhe*. *Korean J Food Sci Technol* 29:470-475
- Oh JY, Choi IS, Park SA, Lee SS, Oh SH. 2000. Effects of resistant starch on availability of energy nutrients in rats. *Korean J Nutr* 33:365-373
- Oh SK, Kim DJ, Cheun AR, Yoon MR, Hong HC, Choi IS, Oh YJ, Oh KB, Kim YK. 2010. Quality evaluation of *Juanbyeo* as aseptic-packaged cooked rice. *Korean J Food Sci Technol* 42:721-726
- Oh SW, Lee SM, Park SY, Lee SY, Lee WH, Cho HS, Yeo YS. 2016. Rice biotechnology and current development. *J*

- Korean Soc Int Agric* 28:24-36
- Peng S, Tang Q, Zou Y. 2009. Current status and challenges of rice production in China. *Olant Prod Sci* 12:3-8
- Puerari C, Magalhaes-Guedes KT, Schwan GF. 2015. Physicochemical and microbiological characterization of chicha, a rice-based fermented beverage produced by Umutina Brazilian Amerindians. *Food Microbiology* 46:210-217
- Shin DS, Choi YJ, Sim EY, Oh SK, Kim SJ, Lee SK, Woo KS, Kim HJ, Park HY. 2016. Comparison of the hydration, gelatinization and saccharification properties of processing type rice for beverage development. *Korean J Food Nutr* 29: 618-627
- 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
- Sim EY, Chung SK, Cho JH, Woo KS, Hye Young Park HY, Kim HJ, Oh SG, Kim WH. 2015. Physicochemical properties of high-amylose rice varieties. *Food Eng Prog* 19:392-398
- Yoon MR, Lee JS, Lee JH, Kwak JE, Chun AE, and Bo-Kyeong Kim. 2013. Content and characteristics of resistant starch in high amylose mutant rice varieties derived from Ilpum. *Korean J Breed Sci* 45:324-331
- 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
- Yu S, Ma Y, Sun DW. 2010. Effects of freezing rates on starch retrogradation and textural properties of cooked rice during storage. *Food Sci Technol* 43:1138-1143
- Zhu LJ, Liua QQ, Wilson JD, Gu MH, Shi YC. 2011. Digestibility and physicochemical properties of rice (*Oryza sativa* L.) flours and starches differing in amylose content. *Carbohydrate Polymers* 86:1751-1759

Received 16 August, 2017

Revised 12 October, 2017

Accepted 06 November, 2017