

품종별 쌀가루의 입자크기에 따른 품질특성 비교

신동선 · 이은창 · 최지연 · 오세관* · †박혜영*
(주)쁘띠아미, *농촌진흥청 국립식량과학원 수확후이용과

Comparative Analysis of Quality Properties by the Particle Size of Rice Flours according to Cultivars

Dong-Sun Shin, Eun-Chang Lee, Ji-Youn Choi, Sea-Kwan Oh* and †Hye-Young Park*

Petitami R&D, Namyangju 12181, Korea

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

Abstract

The properties of rice were studied, and 8 rice flour cultivars were used to study the effect of particle size on the physicochemical properties, color value, RVA viscosities, water absorption index (WAI), and water solubility index (WSI) of rice flours. The mean particle size by the 3 particle size classification of 150 mesh, 200 mesh, and 250 mesh was, 90.75 μm , 60.73 μm , 39.94 μm , respectively. Thai rice had the highest amylose content and Samkwang rice had the lowest amylose content. Protein content of rice flours prepared was decreased as the particle size of rice flour decreased. In terms of color values, the *L*-value and the *a*-value of rice flour were increased as the particle size of rice flours decreased, while the *b*-value was decreased as the particle size of rice flours decreased. Using a rapid visco analyzer (RVA), the initial pasting temperature of Thai rice cultivar was found to be the highest; the peak viscosities of Sunpum cultivar and Misomi cultivar, and Samkwang rice were higher than those of other rice flours. The water absorption index and water solubility index were increased as the particle size of rice flour decreased. In order to use processed rice flour for the development of processed foods, proper characteristics of the cultivars and particle size should be considered.

Key words: rice, rice flours, cultivars, particle size, quality

서 론

쌀(Rice, *Oryza sativa* L.)은 우리나라를 비롯하여 세계적으로 가장 중요한 식량 작물이며 식품이다. 쌀의 소비 형태는 주로 밥으로 소비되고 있고, 일부는 주류, 떡류, 제면, 제과 및 제빵 등 다양한 가공용으로 이용되고 있다(Han & Gouk 2014). 하지만, 최근 쌀에 대한 소비자들의 인식이 글루텐프리식품(Ashida 등 2010; Kang 등 2014) 및 유아대상 식품(Min 2010) 등과 같은 웰빙 건강지향적 식품으로 요구되면서, 쌀가루 생산도 크게 증가하고 있다. 쌀가루는 쌀을 제분한 후 가루형태로 만들어 편리 및 다양화에 따라 떡류, 이유식, 식사

대용 등의 가공 원료로써 이용되며, 밀 글루텐이 알러지를 유발한다고 알려져 있어, 이를 쌀가루로 대체하고자 하는 연구가 시도되고 있다(Gallagher 등 2004; Fabiola 등 2015; Hayat 등 2016).

쌀가루의 특성은 쌀 품종에 따른 전분의 차이와 쌀가루 제조 시 사용되는 제분기의 종류 및 제분방법에 따라 입자크기가 달라지므로, 전분손상도, 호화도, 물성 등 품질변화가 일어나며, 가공적성에도 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Kang & Han 2000; Kim 등 2005; Lee & Lee 2006; Han 등 2012).

이러한 문제점을 해결하기 위해서 쌀 품종 및 용도별 가공

† 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

적성에 맞는 쌀가루 특성에 관한 지속적인 연구가 필요하다. 쌀가루에 관한 연구로는 주로 쌀가루를 이용한 제품개발(Kim 등 2007; Choi 2010; We 등 2010; Yoon 등 2016) 등의 연구가 보고되었으며, 쌀가루 제조에 관한 연구로는 제분조건(Kim & Bang 1996; Kim 2010), 제분방법(Kum & Lee 1999; Han 등 2012a; Lee 등 2015) 및 제분기의 종류(Chiang & Yeh 2002) 등이 보고되었다.

한편, 국내에서는 쌀 가공품 개발을 위한 새로운 쌀 품종이 육종되고 있다(Cho JH 등 2012; Han SJ 등 2012; Choi 등 2013). 이러한 쌀은 수량성이 높은 다수확성이어야 하고, 가공적성에 적합한 아밀로오스 함량과 전분특성, 호화정도 등이 잘 갖추어져 있어야 한다(Juliano 1990; Han 등 2011; Han 등 2012b). 또한, 쌀의 다양한 제분방법을 적용하여 제조한 쌀가루의 가공적성이 우수해야 하지만, 아직까지 품종별 쌀가루의 제분방법 및 입자크기에 따른 쌀가루에 특성에 대한 정보가 많지 않다.

따라서, 본 연구에서는 품종별 국내산 및 수입산 쌀가루의 입자크기에 따른 품질특성에 대한 기초자료를 확보하기 위하여 쌀가루의 입도를 분석하고, 아밀로오스, 조단백질, 조지방 함량 등의 이화학적 특성과 색도, 호화특성, 수분흡수지수, 수분용해지수 등의 품질특성 차이를 비교하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 시험재료

실험에 사용된 쌀은 국립식량과학원 중부작물부 시험용 포장에서 2015년에 재배 및 수확한 것으로, 자포니카형인 미소미(Misomi), 현품(Hyumpum), 선품(Sunpum), 친들(Chindeul), 삼광(Samkwang) 등의 5가지 품종과 수입산 쌀은 자포니카형인 미국산(American rice)과 중국산(Chinese rice), 인디카형인 태국산(Thai rice)으로 전자상거래를 통하여 유통되는 수입쌀 중에서 가장 최근에 생산된 쌀을 구입하여 사용하였다. 쌀가루 제조는 상업용 기류식 제분기(Air-Classification Mill, Samwonpowertk Ltd., Seoul, Korea)를 이용하여 제형 5마력 3.75 kw에서 건식 제분하여 사용하였다. 제분된 쌀가루는 메시(mesh)별 150, 200 및 250 mesh의 표준체를 통과시켜 입자크기에 따라 < 150 mesh, 150~200 mesh, 200~250 mesh의 쌀가루를 분류시켰으며, 밀봉하여 냉동실에 보관하면서 시료로 이용하였다.

2. 품종별 쌀가루의 입도분석

품종별 가공용 쌀가루 입자크기에 따른 입도분석은 입자크기로 분류된 쌀가루를 입도분석기(Malvern Mastersizer 2000, Malvern Instruments Ltd., MV, UK)를 이용하여 각각 쌀가루

의 농도가 0.03%가 되도록 에탄올을 분산용매로 하여 측정하였다.

3. 품종별 쌀가루의 이화학적 특성

품종별 가공용 쌀가루 입자크기에 따른 품질특성 차이를 비교하기 위하여 이화학적 특성을 분석하였다. 아밀로스 함량은 쌀가루 0.1 g에 1 mL 에탄올과 9 mL 1N NaOH를 가한 후 진탕항온수조에서 10분 동안 호화시킨 다음, 100 mL를 증류수로 채웠다. 그 중 5 mL를 취하여 여기에 1 mL acetic acid, 2 mL 2% I₂-KI(iodine solution)를 가한 후, 증류수를 이용하여 100 mL로 맞춘 다음, 20분 후 분광광도계(Evolution 500, Thermo, Somerset, NJ, USA)를 이용하여 620 nm에서 흡광도를 측정하였다(Juliano 1985). 조단백질과 조지방 함량은 AOAC (2000) 방법에 따라 분석하였다. 조단백질은 Micro Kjeldahl 질소 정량법에 따라 Foss digester 2020와 자동분석장치(Foss Kjeltec 2400, Foss Tecator, Huddinge, Sweden)를 이용하여 분석하였으며, 조지방은 Soxhlet 추출기(Soxtec System HT 1043 extraction unit, Foss Tecator Eden Prairie, MN., USA)를 사용하여 diethyl ether로 추출하여 측정하였다.

4. 품종별 쌀가루의 색도

품종별 가공용 쌀가루의 색도 측정은 색차계(Color-Eye 3100, Macbeth, New Windsor, NY, USA)를 이용하여 *L*값(명도, lightness), *a*값(적색도, redness), *b*값(황색도, yellowness)를 측정하여 평균값을 나타내었으며, 표준 백색판(standard plate)의 *L*값은 98.56, *a*값은 -0.02, *b*값은 0.01이었다.

5. 품종별 쌀가루의 호화특성

품종별 가공용 쌀가루의 호화특성은 신속점도계(Rapid Visco Analyzer, model RVA-3D, Newport Scientific, Warriewood, Australia)를 이용하여 측정하였다. 품종 및 입자크기별로 제분한 쌀가루 3 g(수분함량 14%)을 정확하게 칭량하여 분석용 전용용기에 넣고 여기에 증류수 25 mL를 넣었다. 이를 골고루 분산시킨 후 50°C에서부터 95°C까지 온도를 상승시킨 후 50°C로 다시 냉각시키면서 호화점도를 측정하였다. 측정항목은 초기 호화온도, 최고점도, 최저점도, 최종점도, 강하점도, 차반점도를 조사하여 3회 반복 측정하여 그 평균값을 나타내었다(Kum & Lee 1999).

6. 품종별 쌀가루의 수분흡수지수, 수분용해지수

품종별 가공용 쌀가루의 입자크기에 따른 수분흡수지수(water absorption index, WAI)와 수분용해지수(water solubility index, WSI)의 측정은 Anderson(1982)의 방법에 따라 측정하였다. 쌀가루 시료 100 mg에 증류수 10 mL를 가하여 잘 섞이

도록 분산시킨 다음, 30℃ 및 85℃에서 1시간 동안 교반한 후 원심분리 하였다. 원심 분리한 침전물의 양(g)과 상등액을 건조한 후 무게를 재어 수분흡수지수 및 수분용해지수를 산출하였다.

7. 통계분석

본 실험의 연구결과에 대한 data값은 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. 품종별 쌀가루의 입도분석

품종별 쌀가루의 입자크기를 분석한 결과는 Table 1에서 보는 바와 같다. 국내산 품종의 경우, 각각 입자크기에 따라 150 mesh는 95.29~86.21 μm , 200 mesh는 66.24~55.21 μm , 250 mesh는 45.12~34.75 μm 로 나타났으며, 삼광 > 선품 > 미소미 > 현품 > 친들 순으로 나타났다. 수입산 품종은 150 mesh가 94.06~82.43 μm , 200 mesh가 57.06~49.32 μm , 250 mesh가 42.99~31.18 μm 범위로 나타나, 중국산 > 미국산 > 태국산 순이었다. 이런 결과로 보아, 쌀가루의 입자크기는 체의 크기가 커짐에 따라 작아지는 경향이였다. 이는 Kang 등(2014)의 연구에서 100, 200 및 300 mesh 체를 통과한 쌀가루의 평균 입자크기는 각각 96.90, 63.50 및 28.30 μm 로 체의 크기에 따라 작아졌다는 보고와 비슷한 경향이였다. 또한, 쌀가루의 입자크기는 품종에 따라라도 다소 차이가 있는 것으로 나타나, 쌀 품종별 정도, 제분방법 및 제분기 등 여러 가지 요인에 의해

서도 영향을 받을 것으로 예상되어, 이에 대한 보완이 필요할 것으로 보인다. Yoon 등(2016)은 건식쌀가루의 입자크기가 미세할수록 손상전분 함량이 유의적으로 높아지는 부의 상관성을 보고하였으며, Chiang & Yeh(2002)는 쌀가루의 손상전분은 입자크기와 밀접한 관련성으로 입자크기가 작을수록 손상전분 함량이 높아 가공적성이 좋지 않는 것으로 보고하였다. 또한, Brites 등(2008)은 쌀가루의 입자크기는 물리화학적 영향을 주어 가공적성에도 영향을 미친다고 보고하였다. 따라서, 가공용 쌀은 쌀가루로 제분 시 품질이 달라질 수 있으므로, 품종에 따른 가공 용도별 이용이 가능하도록 쌀가루의 입자크기에 대한 지속적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

2. 품종별 쌀가루의 이화학적 특성

품종별 가공용 쌀가루의 입자크기에 따른 이화학적 특성으로 아밀로오스, 조단백질, 조지방 함량을 측정된 결과는 Table 2~4에 나타내었다. 품종별 쌀가루의 입자크기에 따른 아밀로오스 함량을 비교한 결과, Table 2에서 보는 바와 같이 입도별 150, 200 및 250 mesh가 비슷한 경향으로 나타났다. 8가지 쌀의 품종 중에서 평균 입자크기는 국내산의 경우, 현품이 입도별 150, 200 및 250 mesh가 각각 21.60, 21.19 및 20.92%로 가장 높았으며, 삼광이 각각 19.36, 19.28 및 19.05%로 아밀로오스 함량이 가장 낮았다($p < 0.05$). 수입산 중에서는 태국산이 각각 29.52, 29.34 및 29.18%로 가장 높은 함량을 나타내었고, 중국산이 19.89, 19.70 및 19.60%로 가장 낮았다. 이는 Han 등(2000)의 보고에서 국내산과 수입산 쌀의 아밀로오스 함량을 측정된 결과, 수입산 중 태국산 쌀이 가장 무거워서 쌀의 입자가 다른 쌀에 비해 크다고 한 것과 연관성이 있을 것으로 보인다. 전반적으로 쌀가루 입자 크기에 따른 아밀로스 함량은 입자 크기가 미세할수록 유의적으로 감소하

Table 1. Particle size distributions of dry milled rice flours with cultivars and particle size range

Cultivars	Mean particle size (μm)		
	150 mesh	200 mesh	250 mesh
Misomi	90.60 \pm 0.17 ^{d1)A2)}	61.58 \pm 0.23 ^{cB}	39.25 \pm 0.22 ^{cC}
Hyunpum	88.87 \pm 0.24 ^{eA}	57.87 \pm 0.42 ^{dB}	36.55 \pm 0.78 ^{dC}
Sunpum	94.53 \pm 0.19 ^{bA}	63.93 \pm 0.74 ^{bB}	43.17 \pm 0.47 ^{bC}
Chindeul	86.21 \pm 0.28 ^{fA}	55.21 \pm 0.36 ^{eB}	34.75 \pm 0.28 ^{eC}
Samkwang	95.29 \pm 0.32 ^{aA}	66.24 \pm 0.43 ^{aB}	45.12 \pm 0.16 ^{aC}
USA	92.81 \pm 0.47 ^{cA}	56.81 \pm 0.38 ^{deB}	39.90 \pm 0.06 ^{cC}
China	94.06 \pm 0.83 ^{bA}	57.06 \pm 0.64 ^{dB}	42.99 \pm 0.77 ^{bcC}
Thailand	82.43 \pm 0.65 ^{gA}	49.32 \pm 0.23 ^{fB}	31.18 \pm 0.37 ^{fC}

Values are mean \pm S.D.

¹⁾ Any means in the same column followed by the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

²⁾ 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 2. Amylose contents of dry milled rice flours in different particle size range

(Unit: %)

Cultivars	150 mesh	200 mesh	250 mesh
Misomi	21.26±0.14 ^{b1)A2)}	20.81±0.06 ^{cB}	19.80±0.16 ^{eC}
Hyunpum	21.60±0.25 ^{bA}	21.19±0.09 ^{bB}	20.92±0.06 ^{bC}
Sunpum	20.51±0.24 ^{cA}	20.41±0.05 ^{dB}	20.32±0.17 ^{cC}
Chindeul	20.33±0.31 ^{cA}	20.23±0.03 ^{dB}	20.12±0.11 ^{dC}
Samkwang	19.36±0.24 ^{eA}	19.28±0.19 ^{eB}	19.05±0.19 ^{eC}
USA	20.50±0.09 ^{cA}	20.04±0.02 ^{eB}	19.65±0.24 ^{fC}
China	19.89±0.08 ^{dA}	19.70±0.05 ^{fB}	19.60±0.04 ^{fC}
Thailand	29.52±0.30 ^{aA}	29.34±0.09 ^{aB}	29.18±0.11 ^{aC}

Values are mean±S.D.

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

는 경향으로 나타났다($p<0.05$). Kum & Lee(1999)은 쌀 품종별 입자크기에 따른 아밀로오스 함량을 측정된 결과, 쌀가루 평균 입자크기보다는 입도 분포도에 영향이 있을 것이라고 판단하였는데, 본 연구에서는 쌀가루의 입도별 분포도에 대한 데이터가 없어, 품종에 따른 명확한 차이는 알 수 없었다. 이러한 쌀가루의 아밀로오스 함량은 쌀 품종 및 쌀가루의 입자크기에 따라 물리적인 성질이나 호화특성, 겔을 형성하는 정도에 따라 품질에 영향을 줄 것으로 판단된다(Park 등 2008).

조단백질 함량을 측정된 결과, Table 3에서 보는 바와 같이, 입자크기가 미세할수록 조단백질 함량이 낮아지는 경향을 보였다. 쌀 품종별 입자크기에 따라 조단백질 함량의 감소폭은 다르게 나타났는데, 특히 미국산의 경우, 입자크기가 작아질수록 유의적으로 감소하였으나, 현품, 선품, 삼광 등은 입자크기에 따른 조단백질 함량에는 큰 차이를 보이지 않았다. 일반적으로 쌀의 단백질 함량이 높으면 식미가 좋지 않다고

알려져 있지만(Hall & Johnson 1966; Kum & Lee 1999), Han 등(2011)은 단백질 함량이 높은 쌀 품종이 제빵 및 제면적성에 우수하여 단백질 함량과의 상관성이 높다고 보고하였다. 쌀가루를 가공에 이용할 경우, 단백질함량은 품종 및 입자크기에 따라 가공적성에 영향을 미치기 때문에, 그에 대한 연구가 더 필요할 것으로 판단된다.

조지방 함량은 Table 4에서 보듯이, 전반적으로 모든 품종에서 입자크기가 미세할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p<0.05$). 국내산 품종의 경우, 현품 및 선품이 높았고, 삼광이 가장 낮았으며, 수입산의 경우 태국산이 다른 품종에 비해 조지방 함량이 가장 낮게 나타났다. 따라서, 쌀을 가루로 이용할 경우, 이화학적 특성, 쌀 품종 및 입자크기에 대한 특성을 고려하여 선정해야 할 것으로 판단된다(Han 등 2012b; Kang 등 2014; Lee 등 2015).

3. 품종별 쌀가루의 색도

Table 3. Protein contents of dry milled rice flours in different particle size range

(Unit: %)

Cultivars	150 mesh	200 mesh	250 mesh
Misomi	6.05±0.01 ^{d1)A2)}	5.74±0.02 ^{fB}	5.66±0.01 ^{eC}
Hyunpum	6.18±0.02 ^{cA}	6.10±0.01 ^{eB}	6.07±0.01 ^{eB}
Sunpum	5.96±0.02 ^{eA}	5.83±0.01 ^{eB}	5.74±0.02 ^{dC}
Chindeul	5.93±0.02 ^{eA}	5.82±0.02 ^{eB}	5.73±0.02 ^{dC}
Samkwang	5.29±0.01 ^{fA}	5.17±0.01 ^{gB}	5.08±0.06 ^{fC}
USA	7.04±0.05 ^{bA}	6.64±0.02 ^{bB}	6.42±0.02 ^{bC}
China	7.40±0.01 ^{aA}	7.23±0.03 ^{aB}	7.10±0.01 ^{aC}
Thailand	6.17±0.02 ^{cA}	5.91±0.02 ^{dB}	5.80±0.03 ^{dC}

Values are mean±S.D.

1) Any means in the same column followed by the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).2) 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. Crude lipid contents of dry milled rice flours in different particle size range

(Unit: %)

Cultivars	150 mesh	200 mesh	250 mesh
Misomi	0.70±0.02 ^{b1)(C2)}	0.81±0.01 ^{bB}	0.91±0.01 ^{bA}
Hyunpum	0.76±0.02 ^{aC}	0.89±0.01 ^{aB}	0.97±0.02 ^{aA}
Sunpum	0.75±0.02 ^{aC}	0.87±0.03 ^{aB}	0.96±0.01 ^{aA}
Chindeul	0.69±0.02 ^{bC}	0.82±0.03 ^{bB}	0.91±0.01 ^{bA}
Samkwang	0.23±0.01 ^{dC}	0.35±0.01 ^{cB}	0.46±0.01 ^{cA}
USA	0.21±0.01 ^{dC}	0.35±0.04 ^{cB}	0.44±0.02 ^{cA}
China	0.30±0.02 ^{cC}	0.38±0.01 ^{cB}	0.48±0.01 ^{cA}
Thailand	0.06±0.02 ^{eB}	0.10±0.01 ^{dA}	0.13±0.02 ^{dA}

Values are mean±S.D.

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

품종별 가공용 쌀가루의 입자크기에 따른 색도를 측정하는 결과는 Table 5에 나타내었다. 모든 쌀 품종에서 입자크기가

Table 5. Color values of dry milled rice flours in different particle size range

Cultivars	Mesh	Color value		
		L	a	b
Misomi	150	94.44±0.02 ¹¹⁾	-0.38±0.03 ^{cd}	5.08±0.01 ^d
	200	94.78±0.05 ^g	-0.37±0.01 ^c	4.37±0.01 ^h
	250	95.07±0.01 ^{de}	-0.36±0.01 ^c	3.59±0.02 ^j
Hyunpum	150	94.95±0.03 ^f	-0.27±0.01 ^{bc}	4.82±0.05 ^f
	200	95.02±0.04 ^e	-0.26±0.01 ^b	4.75±0.01 ^{fg}
	250	95.34±0.02 ^b	-0.26±0.01 ^b	4.16±0.03 ⁱ
Sunpum	150	94.67±0.02 ^h	-0.23±0.01 ^a	5.06±0.04 ^d
	200	94.67±0.02 ^h	-0.23±0.01 ^a	5.01±0.01 ^{de}
	250	95.54±0.06 ^a	-0.21±0.04 ^a	4.30±0.04 ^h
Chindeul	150	94.80±0.02 ^{gf}	-0.33±0.01 ^a	4.91±0.03 ^e
	200	95.15±0.02 ^d	-0.32±0.02 ^a	4.68±0.03 ^g
	250	95.56±0.06 ^a	-0.31±0.02 ^a	4.20±0.06 ^{hi}
Samkwang	150	94.62±0.02 ^h	-0.26±0.01 ^b	4.60±0.01 ^g
	200	94.91±0.02 ^f	-0.26±0.01 ^b	4.34±0.05 ^h
	250	95.44±0.04 ^{ab}	-0.25±0.01 ^{ab}	4.07±0.06 ⁱ
USA	150	94.41±0.03 ⁱ	-0.28±0.01 ^{bc}	5.08±0.04 ^d
	200	94.77±0.07 ^g	-0.27±0.01 ^{bc}	4.68±0.03 ^g
	250	95.24±0.02 ^c	-0.26±0.01 ^b	4.15±0.02 ⁱ
China	150	94.09±0.04 ^j	-0.25±0.03 ^{ab}	5.43±0.03 ^a
	200	94.11±0.01 ^j	-0.24±0.02 ^{ab}	5.32±0.01 ^b
	250	94.12±0.02 ^j	-0.22±0.01 ^a	5.24±0.03 ^c
Thailand	150	94.89±0.07 ^f	-0.26±0.01 ^b	3.69±0.02 ^j
	200	94.91±0.01 ^f	-0.25±0.01 ^{ab}	3.60±0.01 ^j
	250	95.03±0.04 ^e	-0.23±0.02 ^a	3.51±0.02 ^{jk}

Values are mean±S.D.

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

미세할수록 명도(L값) 및 적색도(a값)는 증가하는 반면, 황색도(b값)는 감소하는 경향으로 나타났다. 명도를 나타내는 L값은 현품이 가장 높은 값을 나타내었으며, 중국산이 가장 낮은 값을 보였다. 이는 Kum & Lee(1999)의 연구에서 L값은 쌀가루의 투명도와 관계가 있으며, 입자크기가 미세할수록 L값은 증가하고, b값은 감소하였다는 보고와 쌀가루 입자크기가 미세해짐에 따라 L값이 증가하였다는 여러 보고와 유사하였다(Nishita 등 1982; Lee 등 2015). 적색도를 나타내는 a값은 150 mesh보다 250 mesh가 더 높은 값을 나타내었으며, 황색도를 나타내는 b값은 모든 품종에서 250 mesh의 입자크기가 낮은 값을 나타내어 입자크기가 미세할수록 감소하였다. Shin 등(2016)의 연구에서 품종별 국내산 및 수입산의 가공용

쌀을 건식 제분하여 쌀가루의 색도를 측정된 결과, 품종에 따라 차이가 있었으며, 특히 b값의 경우, 삼광과 태국쌀이 낮은 수치를 보였다고 한 보고와 본 실험과 일치하였다. 가공용 쌀가루의 색은 쌀 품종, 저장기간 및 제분방법 등에 의해서 영향을 받으며(Kum & Lee 1999; Han 등 2012b; Shin 등 2016), 쌀가루의 입자크기에 따라서도 색에 다소 영향을 미칠 것으로 사료된다.

4. 품종별 쌀가루의 호화특성

품종 및 입자크기에 따른 가공용 쌀가루의 호화특성으로 신속점도기를 이용하여 측정된 결과로부터 얻은 RVA 특성은 Table 6에서 보는 바와 같이 쌀 품종별 유의적인 차이를

Table 6. Pasting characteristics of dry milled rice flours in different particle size range by rapid visco analyzer

Cultivars	Mesh	Viscosity (RVA) ¹⁾					Pasting temp. (°C)
		Peak viscosity	Hot viscosity	Final viscosity	Breakdown ²⁾	Setback ³⁾	
Misomi	150	246.42±0.48 ^{b4)}	216.32±2.22 ^b	278.84±1.59 ^b	28.43±0.36 ^b	14.69±3.36 ⁱ	69.50±0.48 ^e
	200	243.75±0.54 ^b	212.99±4.42 ^c	268.84±1.59 ^{bc}	27.10±0.92 ^{bc}	16.83±0.65 ^h	69.47±0.54 ^e
	250	235.00±0.43 ^{cd}	210.70±0.23 ^c	264.36±5.53 ^c	27.06±0.08 ^c	17.75±1.01 ^g	69.20±0.43 ^e
Hyunpum	150	238.17±0.22 ^c	194.54±1.81 ^d	255.15±1.99 ^{cd}	27.30±0.44 ^b	10.07±0.06 ⁱ	68.20±0.22 ^{de}
	200	233.17±0.02 ^{cd}	190.87±2.62 ^{de}	246.48±0.70 ^e	26.96±0.88 ^c	10.46±0.43 ^j	68.18±0.02 ^e
	250	234.49±0.03 ^{cd}	194.96±9.66 ^d	238.74±8.00 ^f	26.75±0.28 ^{cd}	11.93±0.05 ^j	68.17±0.03 ^e
Sunpum	150	261.24±1.33 ^a	231.18±1.29 ^a	281.99±1.87 ^b	30.06±0.46 ^a	19.53±0.19 ^{ef}	68.83±1.33 ^d
	200	247.90±0.12 ^b	224.51±4.69 ^{ab}	275.99±1.81 ^b	29.29±0.31 ^{ab}	19.97±0.66 ^{ef}	68.67±0.12 ^d
	250	239.44±0.03 ^c	196.08±8.48 ^d	269.97±4.40 ^{bc}	28.00±1.93 ^b	20.76±1.99 ^e	68.77±0.03 ^d
Chindeul	150	227.94±0.48 ^d	195.11±2.61 ^d	253.07±2.75 ^{cd}	27.94±0.52 ^{bc}	20.95±0.74 ^e	68.45±1.33 ^{de}
	200	221.27±0.12 ^d	192.75±2.77 ^{de}	243.07±2.74 ^e	27.14±0.09 ^b	20.94±0.69 ^e	68.24±0.12 ^{de}
	250	213.74±0.08 ^a	185.26±2.13 ^e	241.28±2.93 ^e	26.48±0.29 ^d	22.14±0.90 ^d	68.13±0.03 ^e
Samkwang	150	241.88±0.34 ^b	216.02±2.18 ^a	260.77±5.82 ^c	26.86±0.12 ^c	16.18±0.54 ^h	69.26±0.48 ^e
	200	237.21±0.42 ^{cd}	211.68±1.70 ^{ab}	254.11±0.35 ^{cd}	25.99±0.13 ^{de}	16.29±0.34 ^h	69.17±0.12 ^e
	250	235.17±0.83 ^{cd}	208.87±2.85 ^c	250.92±5.29 ^d	24.64±0.68 ^f	17.30±0.52 ^g	69.15±0.08 ^e
USA	150	239.18±0.44 ^c	219.51±1.42 ^b	308.04±4.59 ^a	27.34±0.25 ^b	36.29±0.41 ^{ab}	72.60±0.34 ^b
	200	239.18±0.31 ^c	214.18±3.99 ^c	293.94±1.64 ^{ab}	26.11±0.86 ^d	37.00±0.19 ^a	72.43±0.42 ^b
	250	205.86±0.49 ^a	214.63±2.00 ^c	290.15±0.26 ^{ab}	25.57±0.37 ^e	38.52±0.29 ^a	72.38±0.31 ^b
China	150	220.92±1.23 ^d	197.44±1.55 ^d	260.70±5.21 ^c	26.99±0.46 ^c	28.32±0.36 ^a	70.95±0.49 ^a
	200	220.92±0.51 ^d	195.11±2.56 ^d	253.27±4.43 ^{cd}	26.17±0.43 ^d	30.29±0.21 ^c	71.42±1.23 ^a
	250	219.93±1.96 ^d	194.02±1.67 ^{de}	249.59±1.23 ^d	25.78±0.51 ^e	32.11±0.23 ^b	70.02±0.51 ^a
Thailand	150	208.82±0.95 ^e	184.01±3.71 ^e	235.12±1.23 ^f	25.67±0.36 ^e	19.32±0.40 ^f	73.90±1.96 ^a
	200	208.82±0.69 ^e	181.68±0.44 ^e	227.43±4.82 ^g	24.85±0.18 ^f	23.22±0.77 ^d	73.60±0.95 ^a
	250	200.39±0.87 ^{ef}	175.07±6.47 ^f	218.71±1.77 ^g	24.14±0.53 ^g	24.64±0.31 ^d	72.30±0.69 ^b

Values are mean±S.D.

¹⁾ Rapid visco units.

²⁾ Peak viscosity minus hot viscosity.

³⁾ Final viscosity minus peak viscosity.

⁴⁾ Any means in the same column followed by the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

보였다($p < 0.05$). 호화온도는 8가지 쌀 품종 중 태국산 쌀가루가 가장 높았으며, 쌀 입자크기에 따라 150 mesh에서 68.20~73.90°C, 200 mesh에서 68.18~73.60°C, 250 mesh에서 68.17~72.30°C로 나타났다. 이는 Ghiashi 등(1982)의 연구에서 쌀의 호화온도는 전분입자의 결정도가 낮으면 호화온도가 낮고, 가열할 때 팽윤이 느리면 호화온도가 높아진다고 하였다. 쌀가루의 입자크기가 미세할수록 최고점도(peak viscosity), 최저점도(hot viscosity), 최종점도(final viscosity)는 낮아지는 경향을 보였다. 쌀 품종간의 차이는 최고점도의 경우, 선품이 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로는 미소미, 삼광 순이었고, 친들은 가장 낮은 값을 나타내었다. 쌀 품종별 최고점도, 최저점도, 최종점도의 입자크기별 변화는 150 mesh 및 200 mesh의 경우, 감소의 폭이 적게 나타난 반면, 250 mesh인 경우, 감소의 폭이 다소 크게 나타났다. 이러한 결과는 쌀가루의 입자크기가 미세할수록 호화될 때 필요한 수분을 흡수하는 표면적이 넓기 때문에, 점도가 낮아지는 특성을 보이는 것으로 사료된다. 가공 중의 안정도를 나타내는 강하점도(breakdown)는 국내산 품종의 경우, 150 mesh의 삼광이 26.86 RVU로 가장 낮은 값을 나타내어 안정적인 것으로 나타났으나, 선품은 30.06 RVU로 가장 높은 값을 나타내었다. 수입산의 경우는 태국산이 25.67 RVU로 낮았으나, 미국산이 27.34 RVU로 높게 나타났다. 이러한 결과는 기존 보고에서 수입쌀의 강하점도는 미국쌀이 가장 높았고, 그 다음으로 중국쌀, 태국쌀 순이었다는 것과 본 실험결과와 비슷한 경향이였다(Song 등 2008; Shin 등 2016). 노화와 관계가 있는 치반점도(setback)는 쌀가루의 입자크기가 미세할수록 높아지는 경향으로 나타났다. 쌀 품종 중 입자크기별 150 mesh, 200 mesh 및 250 mesh에서 현품이 각각 10.07, 10.46 및 11.93 RVU로 가장 낮은 수치를 나타내어, 노화정도가 가장 더디 일어날 것으로 유추할 수 있었다.

따라서, 쌀 품종 및 쌀가루의 입자크기에 따라 국수(Hemavathy & Bhat 1994), 떡(Lee 등 2015), 빵(Yoon 등 2016) 등을 제조하였을 때, 품질이 우수한 쌀 품종 및 쌀가루의 입자크기가 다르고 품질에 영향을 미치는 것으로 보고한 연구결과로 미루어 보아, 쌀가루를 이용한 가공용도별 제품개발 시 쌀 품종 및 입자크기는 중요한 요소가 될 것으로 사료된다.

5. 품종별 쌀가루의 수분흡수지수, 수분용해지수

가공용 쌀의 품종 및 입자크기에 따른 물리적 특성으로 물결합력을 알아보기 위하여 수분흡수지수(WAI) 및 수분용해지수(WSI)를 측정된 결과는 Table 7에 나타내었다. 수분흡수지수는 입자크기가 미세할수록 증가하는 경향을 나타내었으며, 품종별로는 150 mesh의 경우, 선품이 1.87로 가장 높게 나타났고, 친들의 경우, 1.68로 가장 낮게 나타났으며, 200

Table 7. Water absorption index and water solubility index of dry milled rice flours in different particle size range

Cultivars	Mesh	WAI ¹⁾	WSI ²⁾ (%)
Misomi	150	1.78±0.06 ^{cs)}	24.83±0.52 ^f
	200	2.01±0.05 ^d	25.14±0.38 ^e
	250	3.03±0.02 ^b	26.41±0.33 ^b
Hyunpum	150	1.82±0.05 ^e	24.38±0.43 ^g
	200	2.04±0.19 ^d	25.21±0.32 ^e
	250	3.35±0.10 ^{ab}	26.92±0.09 ^{ab}
Sunpum	150	1.87±0.03 ^e	24.92±0.51 ^f
	200	2.12±0.04 ^d	26.12±0.30 ^c
	250	3.47±0.08 ^a	26.99±0.48 ^a
Chindeul	150	1.68±0.01 ^f	24.28±0.07 ^h
	200	2.01±0.06 ^d	25.13±0.29 ^e
	250	2.96±0.09 ^b	26.42±0.10 ^b
Samkwang	150	1.86±0.05 ^e	24.80±0.50 ^f
	200	2.07±0.08 ^d	25.96±0.47 ^d
	250	3.31±0.12 ^{ab}	27.02±0.23 ^a
USA	150	1.31±0.01 ^g	24.27±0.31 ^h
	200	1.81±0.03 ^e	24.96±0.22 ^a
	250	2.71±0.08 ^c	26.41±0.26 ^b
China	150	1.42±0.01 ^g	24.42±0.21 ^g
	200	1.86±0.14 ^e	25.04±0.30 ^e
	250	2.84±0.01 ^c	26.43±0.29 ^b
Thailand	150	1.39±0.01 ^g	24.82±0.51 ^f
	200	1.82±0.13 ^e	25.04±0.30 ^e
	250	2.52±0.05 ^{cd}	26.25±0.21 ^{bc}

Values are mean±S.D.

¹⁾ WAI: water absorption index.

²⁾ WSI: water solubility index.

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

mesh 및 250 mesh도 150 mesh와 비슷한 양상이었다. Nishita & Bean(1982) 및 Kum & Lee(1999)도 쌀가루 입자크기가 미세할수록 WAI는 증가한다고 보고하여 본 실험의 결과와 일치하였다. 수분용해지수도 WAI와 비슷한 양상으로 쌀가루 입자크기가 미세할수록 증가하는 경향을 보였는데, 미소미가 24.83%, 현품이 24.38%, 선품이 24.92%, 친들이 24.28%, 삼광이 24.80%로 품종별 큰 차이는 나타나지 않았다. 200 mesh 및 250 mesh의 경우, 삼광이 각각 25.96% 및 27.02%로 WSI가 가장 높게 나타났다. 수입산의 경우, 중국산이 다소 높았으나, 쌀 품종별 비슷한 경향으로 나타났으며, 입자크기에 따른 차이도 크지 않았다. 쌀가루의 수분용해지수는 입자

크기, 온도, 침지시간, 도정도 등이 증가함에 따라 WSI 값이 증가한다는 보고가 있었다(Kum & Lee 1999). 이렇듯 가공용 쌀가루의 품종 및 입자크기에 따라 물리적인 성질이 다르게 나타나므로 가공제품 개발 시 적합한 용도개발이 필요할 것이다.

요약 및 결론

본 연구에서는 쌀의 새로운 품종들이 개발됨에 따라 기존 품종이나 국외에서 재배되는 품종과 비교하고, 품종별 쌀가루의 입자크기에 따른 품질특성에 대한 기초자료를 확보하기 위하여 쌀가루의 입도를 분석하고, 아밀로오스, 조단백질, 조지방 함량 등의 이화학적 특성과 색도, 호화특성, 수분흡수지수, 수분용해지수 등의 품질특성 차이를 비교하고자 하였다. 사용된 원료 쌀은 국내산 쌀은 미소미, 현품, 선품, 친들 및 삼광 등 5가지 품종과 수입쌀은 미국쌀, 중국쌀, 태국쌀 등 3가지 품종을 입자크기에 따라 150 mesh, 200 mesh, 250 mesh로 분류하여 실험용으로 하였다. 가공용 쌀가루의 품종 및 입자크기에 따라 150 mesh는 95.29~86.21 μm , 200 mesh는 66.24~55.21 μm , 250 mesh는 45.12~34.75 μm 로 나타났다. 아밀로오스 함량은 입자 크기가 미세할수록 유의적으로 감소하였으며, 태국산이 가장 높았고 삼광이 가장 낮은 값을 나타내었다. 조단백질 함량은 쌀가루 입자크기가 미세할수록 낮아지고, 조지방 함량은 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 색도를 측정된 결과, 모든 쌀 품종에서 입자크기가 미세할수록 L값 및 a값은 증가하였으나, b값은 감소하는 경향으로 나타났다. 호화특성으로 RVA를 측정된 결과, 쌀가루의 입자크기가 미세할수록 최고점도, 최저점도, 최종점도는 낮아지는 경향을 보였다. 강하점도는 국내산 품종의 경우, 삼광이 가장 낮은 값을 나타내어 안정적인 것으로 나타났으나, 선품은 가장 높은 값을 나타내었다. 치반점도는 쌀가루의 입자크기가 미세할수록 높아지는 경향으로 현품이 가장 낮은 수치를 나타내어, 노화정도가 가장 더디 일어나는 것으로 알 수 있었다. 물리적 특성으로 수분흡수지수 및 수분용해지수를 측정된 결과, 쌀가루의 입자크기가 미세할수록 증가하였고, 품종간의 차이가 있었다. 이러한 가공용 쌀가루를 가공식품 개발에 이용하기 위해서는 적당한 품종 및 입자크기에 대한 특성을 고려하여야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 국립식량과학원 농업과학기술사업(과제번호: PJ01155005)의 지원에 의해 이루어진 것이며, 이에 감사드립니다.

References

- Anderson RA. 1982. Water absorption and solubility and amylograph characteristics of roll-cooked small grain products. *Cereal Chem* 59:265-271
- AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC International. 2000. 17th ed. rev 2. Ch. 32, Association of Official Analytical Communities, Gaithersburg, Maryland, USA. pp.7-10
- 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
- Brites CM, Lourenco CA, Santos AS, Beiraoda-Costa ML. 2008. Effect of wheat puroindoline alleles on functional properties of starch. *Eur Food Res Technol* 226:1205-1212
- Chiang PY, Yeh AI. 2002. Effect of soaking on wet-milling of rice. *J Cereal Sci* 35:85-94
- Cho JH, Lee JY, Lee JH, Yeo US, Park NB, Kim SY, Song YC, Jung KH, Oh SH, Shin MS, Park DS, Seo WD, Han SI, Jang KC, Cho HY, Kang HW, Lee HD. 2012. 'Hanareum 2' mid-maturing, multiple disease resistance, and high yielding tongil type rice cultivar. *Korean J Breed Sci* 44:205-209
- Choi CO, Shim KH, Jeong HN, Choi OJ. 2013. The quality characteristics of *jeung-pyun* using high yielding type rice and processing type rice. *Korean J Community Living Sci* 24:221-231
- Choi ID. 2010. Substitution of rice flour on bread-making properties. *Korean J Food Preserv* 17:667-673
- Fabiola C, Cristina M, Rosell. 2015. Physicochemical properties of long rice grain varieties in relation to gluten free bread quality. *LWT-Food Science Technol* 62:1203-1210
- Gallagher E, Gormley TR, Arendt EK. 2004. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends Food Sci Tech* 15:143-152
- Ghiashi K, Varriano ME, Itoseney RC. 1982. Gelatinization of wheat starch. IV. Amylograph viscosity. *Cereal Chem* 59: 263-267
- Hall VL, Johnson JR. 1966. Arevised starch-iodine blue test for raw milled rice. *Cereal Chem* 43:297-302
- Han HM, Cho JH, Kang HW, Koh BK. 2012a. Rice varieties in relation to rice bread quality. *J Sci Food Agric* 92:1462-1467
- Han HM, Cho JH, Koh BK. 2011. Processing properties of Korean rice varieties in relation to rice noodle quality. *Food Sci Biotechnol* 20:1277-1280

- Han HM, Cho JH, Koh BK. 2012b. Effect of grinding method on flour quality in different rice cultivars. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41:1596-1602
- Han JH, Gouk SY. 2014. Analysis on consumers perceptions and preferred attributes toward the processed rice foods. *Korean Food Marketing Association* 31:29-47
- Han SH, Choi EJ, Oh MS, 2000. A comparative study on cooking qualities of imported and domestic rices (Chuchung byeo). *Korean J Soc Food Sci* 16:91-97
- Han SJ, Chu SH, Kwon SW, Ryu SN. 2012. A new large-grain rice variety, 'Daeripjami' with high concentrations of cyanidin 3-glucoside (C3G). *Korean J Breed Sci* 44:190-193
- Hayat B, Leila B, Mohammed NZ, Cristina M, Rosell. 2016. Developing gluten free bakery improvers by hydrothermal treatment of rice and corn flours. *LWT-Food Science Technol* 73:342-350
- Hemavathy J, Bhat KK. 1994. Effect of particle size on visco-amylographic behavior of rice flour and vermicell quality. *J Texture Studies* 25:469-476
- Juliano BO, Perez CM, Kaosa-Ard M. 1990. Grain quality characteristics of export rices in selected markets. *Cereal Chem* 67:192-197
- Juliano BO. 1985. Physicochemical Properties of Rice. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA. pp.539
- Kang MY, Han JY. 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
- Kang TY, Choi EH, Jo HY, Yoon MR, Lee JS, Ko SH. 2014. Effects of rice flour particle size on quality of gluten-free rice bread. *Food Eng Prog* 18:319-324
- Kim EM. 2010. The properties of rice flours prepared by dry and wet milling method. *Korean J Food Cookery Sci* 26: 727-736
- Kim HY. 2007. Quality characteristics and of green tea *dasik* processing with varied levels of rice grain particle size and green tea powder. *Korean J Food Culture* 22:609-614
- Kim SS, Kang KA, Choi SY, Lee YT. 2005. Effect of elevated steeping temperature on properties of wet-milled rice flour. *J Korean Soc Food Nutr* 34:414-419
- Kum JS, Lee HY. 1999. The Effect of the varieties and particle size n the properties of rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 31:1542-1548
- Lee MG, Son SH, Choung MG, Kim ST, Ko JM, Han WY, Yoon WB. 2015. Effect of milling methods and particle size on rice cake (*baekseolgi*) characteristics. *Food Eng Prog* 19:1-7
- 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
- Min SH. 2010. Care giver's perceptions and systematic evaluation of Korean websites about baby food for atopic dermatitis infants. *Korean J Food Culture* 25:357-365
- Nishita KD, Bean, MM. 1982. Grinding methods: their impact on rice flour properties. *Cereal Chem* 59:46-49
- Park MK, Lee KS, Lee KH. 2008. Effects of rice powder particle size in baked rice breads. *J East Asian Soc Dietary Life* 18:397-404
- 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
- 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
- We GJ, Lee I, Cho YS, Yoon MR, Shin MS, Ko SH. 2010. Development of rice flour-based puffing snack for early childhood. *Food Engineering Progress* 14:322-327
- Yoon MR, Lee JS, Kwak JE, Ko SH, Lee JH, Chun JB, Lee CK, Kim BK, Kim WH. 2016. Comparative analysis on quality and bread-making properties by particle size of dry-milled rice flours of rice varieties. *J Korean Soc Int Agric* 28:58-64

Received 07 March, 2017

Revised 16 May, 2017

Accepted 22 May, 2017