

쌀 품종의 아밀로오스 함량에 따른 호화 및 취반 특성 비교

†윤미라 · 오세관 · 이정희 · 김대중 · 최임수 · 이점식 · 김정곤
농촌진흥청 국립식량과학원

Varietal Variation of Gelatinization and Cooking Properties in Rice having Different Amylose Contents

†Mi-Ra Yoon, Sea-Kwan Oh, Jeong-Heui Lee, Dae-Jung Kim, Im-Soo Choi, Jeom-Sig Lee and Chung-Kon Kim
National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea

Abstract

In order to study the cooking characteristics of four rice cultivars of Seolhyangchal, Baegjinju, Ilpum and Haiami, we investigated the relationship between the textures of cooked rice and their physicochemical properties. Different levels in grain weight, length/width ratio and amylose content were observed among the four rice cultivars. There was no significant difference in the amylopectin chain length distribution among the cultivars. Water absorptions of rice grains during soaking were completed between 30 and 40 min, with Haiami showing the slowest absorption. Significant differences in the viscosity properties of rice flour were found by a Rapid Visco Analyser. Baegjinju with low amylose content had the highest viscosity in paste breakdown. According to the DSC results of rice starches, there were significant differences in the onset, peak and conclusion temperatures of the endothermic peak. Gelatinization enthalpy showed energy content changes between 4.20 and 6.97 J/g, with the lowest change in Haiami. Texture properties of cooked rice were assessed using a Texture Analyzer, which showed that the hardness of cooked rice was decreased with soaking than without soaking. However, this finding was not applicable for Haiami rice.

Key words: rice cultivars, gelatinization, cooking characteristics

서 론

쌀은 우리나라 사람들의 주식으로 섭취되어 왔으며, 생활 수준 향상과 식생활의 변화에 따라 연간 소비량이 감소하는 추세이긴 하나, 아직까지 전체 쌀 생산의 95% 이상이 밥의 형태로 소비되고 있다. 밥맛에 대한 소비자의 선호는 상승하고 있으나, 쌀 가공식품의 다양화와 고급화가 가속화되는 현 시점에서 쌀밥의 소비 증가에는 제한성을 가지고 있다. 이를 해결하기 위한 하나의 방안으로 가정용뿐만 아니라, 단체급식, 식당 등 대량 취반용 수요 증가가 예상되는 쌀의 품질 경쟁력 확보가 필요하리라 생각된다.

우리나라 쌀 품질에 관련하여 2000년대 이전에는 배유 전

분 물성, 호화 특성, 아밀로오스 및 단백질 함량, 외관 등 식미와의 관련성을 중심으로 많은 연구가 이루어졌고, 최근에는 건강에 대한 관심 증가와 밥맛 좋은 쌀을 선호하면서 쌀 식품 형태나 용도의 다양화에 대비하여 용도별 쌀 품종을 육종하는 방향으로 변화되었다(Choi HC 2002; Chae JC 2004). 특히, 반찰벼와 뽕얀 멥쌀, 고아밀로오스 함유 쌀 등 다양한 전분 특성을 가진 돌연변이 품종들이 개발되어 쌀 이용성 증진을 위한 다각적인 연구가 이루어지고 있다(Choi HC 2002; Chun 등 2005; Kang 등 2004; Song 등 2008).

한편, 밥맛은 품종, 재배 및 수확 후 건조, 저장, 도정 특성 등 다양한 측면에서 관여하고, 최종적으로 밥의 물리적 성상에 영향을 주는 취반 조건 등에 의해서도 좌우된다(Kim &

† Corresponding author: Mi-Ra Yoon, National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea. Tel: +82-31-290-6723, Fax: +82-31-290-6730, E-mail: mryoon12@korea.kr

Kim 1996; Kim 등 2005). 이러한 취반 특성은 쌀의 구성 성분, 배유부의 전분 구조에 따라 수분 흡수속도, 호화 속도 등이 상이하므로 각각의 쌀 품종의 특성별 적합한 취반조건 최적화와 식미 증진에 대한 지속적인 연구가 필요하다고 생각된다. 이외에도 특수한 가공 처리를 통한 취반시간 감소나 취반 공정 시 침지 조건 및 가수량, 가열 조건의 최적화 등에 대한 연구 또한 진행되어 오고 있다(Lee & Osman 1991; Lee SJ 1996; Kwon & Kim 1999; Lee 등 2000; Han 등 2008; Lee 등 2008).

최근 맛벌이 세대와 고령화 사회의 빠른 증가로 인해 식생활의 간편화를 선호하는 추세이며, 외식과 조리가 끝난 식품에 대한 의존도가 증가하고 있다. 가정에서는 무수세 혹은 무침지, 가공밥 등의 기회가 증가하고, 밥을 할 때 시간을 절약하는 등 조리시간을 단축하는 경향이 강화되고 있다. 이와 더불어 외식산업과 대량 취반시 작업성 향상을 위해 조리시간을 단축하고 매뉴얼을 간소화하는 취반 방법의 개선은 필요하다고 여겨진다. 이를 해결하기 위하여 밥술, 가열 방법 등의 취반기술의 개선 혹은 효율화 관점에서 침지를 생략하여 밥을 지어도 밥맛이 좋은 품종을 개발하면 기존의 방법대로 밥을 짓는 방법을 이용하는 것보다 효과적일 것이다.

따라서 본 연구에서는 설향찰과 반찰쌀인 백진주, 취반용 멥쌀 품종인 일품과 하이아미 등 아밀로오스 함량이 다른 4 품종 쌀의 이화학적 특성을 조사하였고, 취반 시 침지 유무에 따른 밥의 조직감 차이를 비교 검토하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용된 재료는 농촌진흥청 국립식량과학원에서 2010년에 수확한 설향찰, 백진주, 일품, 하이아미로 정조를 제현한 후, 현미 중량비 91% 도정하여 백미를 시료로 사용하였다.

2. 쌀의 외관특성

품종별 백미 외관 특성인 형태와 크기를 조사하기 위해 Caliper(Model CD-15CP, Mitutoyo Corp., Japan)를 이용하여 길이, 폭, 두께를 측정하였고, 완전립 무게를 측정하여 천립 중을 비교하였다.

3. 쌀의 성분 및 호화특성

쌀의 단백질 함량은 AOAC 방법(1995)에 따라 Micro Kjeldahl 법에 따라 측정하였다. 쌀 전분 아밀로오스 함량은 Juliano BO(1985)의 비색정량법에 따라 시료 100 mg에 95% ethanol과 1 N sodium hydroxide를 가하고, 100°C에서 호화시킨 후 냉각시킨다. 호화액에 1 N acetic acid와 2% I₂-KI 용액을 첨가하여

정색반응을 시킨 후 분광광도계(Evolution 500, Thermo, USA)를 이용한 620 nm의 파장에서의 흡광도를 측정하였다.

아밀로펙틴 측쇄 사슬길이 분포는 HPAEC-PAD(high performance anion exchange chromatography-pulsed amperometric detection)을 이용하여 분석하였다(Hanashiro 등 1996). 시료를 90% methanol 처리 후 중탕 가열한 호화액에 sodium azide 용액, 600 mM sodium acetate buffer(pH 4.4), isoamylase를 첨가하여 교반한 후 37°C에서 24시간 반응시켰다. 0.2 μ m syringe filter를 이용하여 여과한 다음 100 μ l 주입하였다. 분석에 사용한 컬럼은 CarboPac TM PA-1 column(4.0×250 mm, Dionex, USA), 이동상 용매는 150 mM sodium hydroxide와 500 mM sodium acetate를 분당 1.0 ml의 유속으로 흘려 분리하였고, 기체는 질소를 사용하였다.

수분흡수율 측정은 쌀 1 g을 21°C의 증류수에 침지시키면서 일정 시간별로 꺼내어 여과지 위에 올려서 표면수를 제거한 다음 무게 증가량으로부터 건물 1 g 당 수분 증가량을 계산하였다(Kim & Yoon 1994). 또한 수침에 따른 쌀알 경도 변화는 Texture analyzer(TX-XT2)를 사용하여 측정하였다. Probe의 직경은 5 mm로 시료별 측정 횟수는 20회, 3반복을 실시하였다.

쌀가루의 호화 점도 특성은 AACCC 방법(2000)에 의하여 신속점도측정기기(RVA-4, Newport scientific, Australia)를 이용하여 쌀가루 3 g(수분 14% 기준)에 25 ml 증류수로 현탁액을 만들어 50°C부터 호화를 시작하여 95°C까지 상승시킨 후 50°C로 다시 냉각시키면서 호화 특성을 조사하였다. RVA viscogram 으로부터 호화개시온도(initial pasting temperature), 최고점도(peak viscosity), 최저점도(trough viscosity), 최종점도(final viscosity), 강하점도(breakdown, 최고점도-최저점도) 및 치반점도(setback, 최종점도-최고점도) 등의 RVA 특성을 조사하였다.

시차주사열량계(DSC, TA Q1000, TA instrument, US)에 의한 쌀 전분의 열역학적 특성은 알루미늄 팬에 전분 20 mg과 2배의 증류수를 넣고 밀봉하여 상온에서 1시간 동안 방치한 후 30°C부터 120°C까지 10°C/min의 속도로 가열하여 흡열 피크를 얻었다(Song 등 2008). DSC thermogram으로부터 호화개시온도(T₀), 호화정점온도(T_p), 호화종결온도(T_c)를 구하고, 흡열피크의 면적으로부터 호화엔탈피(ΔH)를 구하였다.

4. 쌀밥의 조직감 측정

취반은 30 g의 쌀을 3회 가볍게 수세한 후 수침하지 않은 쌀과 상온에서 30분 수침한 쌀로 수침 시간을 구분하였고, 수침 후 체에 받쳐 물기를 제거하여 20분간 가열 후 10분간 뜸 들여서 취반하였다. 취반한 후 60°C 항온기에서 1시간 보관하여 안정화시킨 후 신속하게 측정하였다. 밥알의 크기가 중간이고, 모양이 온전한 것을 핀셋으로 조심스럽게 test table

위에 높이가 평행이 되도록 놓아 측정하였다. 모든 측정은 30 회 측정하였고, 이를 3회 반복하였다. 쌀밥의 텍스처 특성을 조사하기 위하여 Texture Analyzer(TA-XT2, Stable Micro System, Haslemere, UK)를 사용하여 two-bite compression test를 실시하였다. Cylindrical aluminium probe(20 mm diameter)을 사용하여 test speed 1.0 mm/sec, distance 80% strain mode의 조건에서 two-bite compression test를 실시하여 얻어진 texturogram으로부터 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성을 구하였다(Perez 등 1996).

5. 통계분석

본 실험결과는 SPSS package를 이용하여 one-way ANOVA 및 다 범위 검정(Duncan's multiple range test)을 통하여 $p < 0.05$ 수준에서 유의성 있는 그룹간의 차이를 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 쌀의 외관 및 성분 특성

백미 외관 특성을 품종간 비교해 본 결과, 길이, 폭, 두께 차이에서 반찰벼인 백진주는 각각 4.68 mm, 2.77 mm, 1.84 mm로 나타내어 길이와 폭의 비인 장폭 비율이 다른 품종에 비해 가장 낮은 특성을 보였고, 하이아미는 쌀알 길이(5.26 mm)가 긴 편이었다. 쌀알의 무게는 흔히 천립중(one thousand kernel weight)으로 표시하는데, 품종별 백미의 천립중은 설향찰 19.4 g, 백

진주 19.2 g, 일품 20.9 g, 하이아미 21.2 g이었다(Table 1).

단백질 함량은 6.23~6.81%로 품종간 차이를 나타냈으나, 7.0 이하의 함량비를 나타냈다(Table 1). 이러한 단백질 함량에 따라 호화 시 전분립자 내부로의 투수성을 저해하고 밥의 질감을 딱딱하게 하여 식미와는 부의 상관관계를 가지는 것으로 알려져 있다(Juliano BO 1985). 전분의 아밀로오스 함량 역시 호화와 취반 특성에 영향을 주는 인자로(Fitzgerald 등 2003; Kim 등 2007) 함량이 낮을수록 호화되기 쉽고 밥을 지었을 때 찰기가 있고 식어도 부드러운 상태를 유지한다(Sandhya & Bhattacharya 1995; Choi HC 2002). 설향찰과 백진주를 제외한 뭉쌀 간의 비교에서 하이아미가 17.81%로 일품에 비해 낮은 편이었다. 또한 중합도(DP, Degree of polymerization)에 따른 아밀로펙틴 측쇄사슬길이 차이를 비교한 결과(Table 2), 중합도 12 이하(A사슬)인 단쇄 비율에서 일품과 하이아미가 32.95~33.27%로 설향찰과 백진주에 비해 상대적으로 높은 비율의 유의적 차이가 있으나, B₂ 사슬(DP 25~36)은 설향찰과 백진주가 높은 유의차를 보였다. 중합도 37 이상인 장쇄비율 분포에서는 품종간 유의적인 차이가 없었다. 쌀 전분의 아밀로펙틴 사슬분포와 밥의 텍스처의 관계에서 사슬길이가 짧고 초장쇄 비율이 적을수록 밥의 경도는 낮고 부착성은 높다고 보고되었다(Kang 등 1995).

2. 수분흡수율과 호화특성 변이

쌀의 수침과정은 호화 시 필요한 수분을 균등히 분포시키

Table 1. Grain size, weight and crude protein content of milled rice

Variety	Appearance properties					Crude protein (%)
	Length (mm)	Width (mm)	Thickness (mm)	Length/width	Thousand grains weight (g)	
Seolhyangchal	4.93±0.05 ^b	2.75±0.11 ^a	1.82±0.10 ^a	1.80±0.06 ^b	19.35±0.13 ^a	6.79±0.01 ^c
Baegjinju	4.68±0.04 ^a	2.77±0.04 ^a	1.84±0.01 ^a	1.69±0.03 ^a	19.19±0.17 ^a	6.51±0.18 ^b
Ilpum	5.01±0.09 ^b	2.92±0.03 ^b	1.98±0.05 ^b	1.72±0.02 ^a	20.91±0.20 ^b	6.81±0.01 ^c
Haiami	5.26±0.03 ^c	2.78±0.01 ^a	1.83±0.04 ^a	1.89±0.02 ^c	21.20±0.21 ^c	6.23±0.05 ^a

Values are means±standard deviations. Mean with same letter are not significantly different ($p < 0.05$).

Table 2. Varietal differences in amylopectin chain length distribution of milled rice

Variety	Amylose content (%)	Amylopectin chain length distribution (%)			
		A	B ₁	B ₂	B ₃
		DP 6~12	DP 13~24	DP 25~36	DP>36
Seolhyangchal	-	32.62±0.05 ^{ab}	51.67±0.19 ^a	11.66±0.10 ^{bc}	4.06±0.05 ^a
Baegjinju	9.78±0.21 ^a	32.39±0.01 ^a	51.86±0.17 ^a	11.86±0.04 ^c	3.91±0.11 ^a
Ilpum	18.10±0.28 ^b	33.27±0.35 ^c	51.57±0.84 ^a	11.22±0.23 ^a	3.97±0.76 ^a
Haiami	17.81±0.46 ^b	32.95±0.08 ^{bc}	52.03±0.04 ^a	11.37±0.11 ^{ab}	3.67±0.03 ^a

Values are means±standard deviations. Mean with same letter in column are not significantly different ($p < 0.05$).

고, 열전도를 용이하게 하며, 취반 후 밥의 경도(hardness)는 감소되고, 끈기(stickiness)는 증가하게 되는 것으로 알려져 있다(Kim MH 1992). 일반적으로 취반하기 전 통상적으로 거치게 과정으로 실온에서 30~60분간 행하며, 일정한 시간 경과에 따라 수분 흡수 속도는 평형에 이른다. Fig. 1의 품종에 따른 수분 흡수 양상을 관찰한 결과, 초기 30분 동안 수화가 빠르게 이루어졌고, 30~40분 이후에는 변화가 적고 완만한 흡수를 변화를 나타냈다. 설향찰과 백진주는 멥쌀인 일품과 하이아미에 비해 수분 흡수율이 높게 나타났고, 침지 후 30분 이후의 평형수분함량은 0.26~0.43 g H₂O/g로 설향찰>백진주>일품>하이아미 순이었다. 찰쌀과 반찰쌀은 상대적으로 멥쌀에 비해 아밀로오스 함량이 적거나 낮은 비율로 인하여 수분과의 결합력이 우수하여 수분 흡수율에서 차이를 나타낸 것으로 보인다. 침지에 따른 수분 흡수 속도가 빠를수록 취반

특성이 좋은 것으로 보고되었으며, 수분 흡수 속도는 품종, 침지온도 및 시간, 쌀알의 길이와 폭의 비 등과 관계가 있다고 판단된다(Kang & Lho 1998). 취반 전 수침 단계를 통한 쌀알의 수분과의 결합력 증가로 인하여 쌀알 경도의 변화를 비교하였다(Fig. 2). 모든 품종에서 침지 전 쌀알 경도와 비교 시 수침에 따라 경도는 큰 폭으로 감소하였다. 30분 수침과정을 거친 후 쌀알 경도는 다른 품종에 비해 설향찰은 가장 낮고, 하이아미는 높게 나타내어 품종간 차이를 보였다.

아밀로오스 함량 차이를 보이는 4품종의 가열에 따른 호화특성을 각각 시차주사열량계(DSC)와 신속점도측정계(RVA)를 이용하여 분석하였다. 전분입자의 열에 의한 물리적 상전이 현상의 분석으로부터 호화특성을 설명하는 DSC 측정치(Table 3)에 의하면 호화개시온도(T₀), 호화피크온도(T_p)와 호화종결온도(T_c)는 각각 66.2~69.6°C, 74.8~78.8°C, 89.39~93.23°C로 품종간 유의적인 차이가 있었다. 호화개시온도는 일품과 하이아미가 각각 66.2~66.4°C로 설향찰과 백진주에 비해 2~3°C 낮은 편이었다. 이러한 호화온도의 차이는 전분구조의 차이로 치밀한 결정구조를 지닐수록 가열시 느리게 팽윤되고, 호화온도는 높게 반영된다고 하였으며, 또한 아밀로펙틴의 긴 사슬이 차지하는 비율이 많으면 보다 높은 온도를 필요로 하기 때문에 호화온도는 높아진다고 하였는데(Yuan 등 1993; Matveev 등 2001), 본 연구 결과와 유사한 경향을 나타냈다. 호화상 전이에 필요한 에너지량을 나타내는 호화 엔탈피는 4.20~6.97 J/g로 메벼보다 찰벼가 더 높게 나타났고, 품종간 차이에서 특히 하이아미는 다른 품종에 비해 유의적으로 낮아 호화 시 전분의 결정성 부분을 용융하는데 요구되는 에너지가 적다는 것을 유추할 수 결과라 할 수 있겠다. 전분의 결정성의 차이, 즉 결정성이 낮으면 호화개시온도나 호

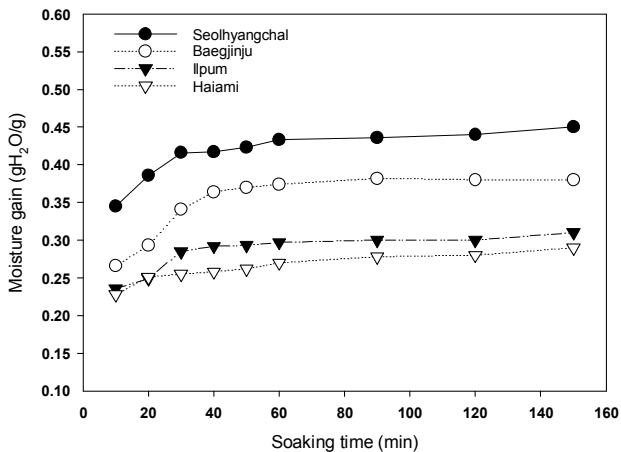


Fig. 1. Water uptake of milled rice according to soaking times.

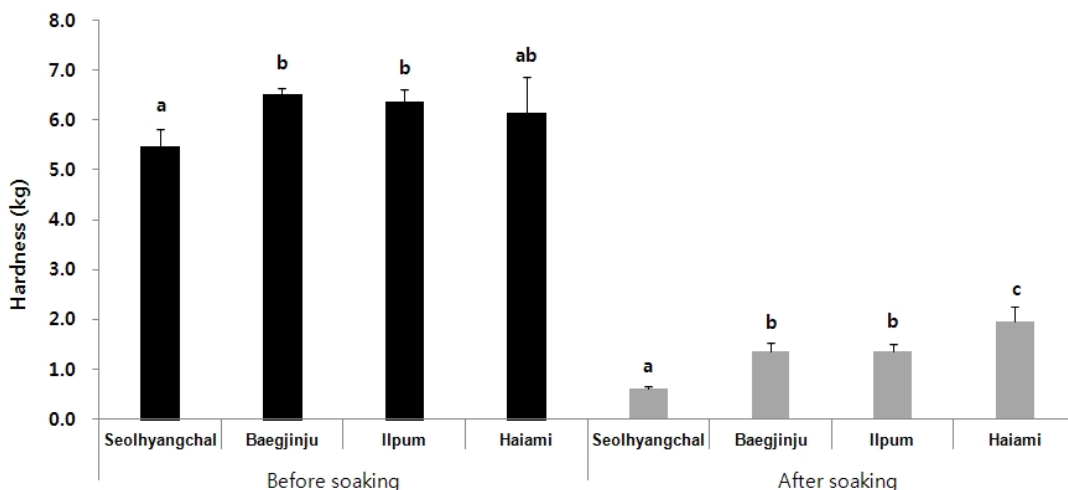


Fig. 2. Hardness of rice grain according to soaking. Mean with same letter are not significantly different ($p < 0.05$).

Table 3. Varietal differences in DSC and pasting characteristics of milled rice

		Seolhyangchal	Baegjinju	Ilpum	Haiami
DSC characteristics	To (°C)	69.58±0.89 ^b	68.41±0.47 ^b	66.16±0.76 ^a	66.38±0.79 ^a
	Tp (°C)	78.83±1.00 ^c	77.93±0.38 ^c	74.79±0.65 ^a	76.59±0.64 ^b
	Tc (°C)	93.23±1.43 ^b	92.06±0.47 ^b	89.39±0.50 ^a	91.26±1.40 ^{ab}
	∠H (J/g)	6.97±0.58 ^c	6.28±0.29 ^{bc}	5.77±0.46 ^b	4.20±0.22 ^a
Viscosity (RVU)	Peak	88.11±1.63 ^a	189.58±1.59 ^c	183.84±4.39 ^c	165.94±4.70 ^b
	Trough	44.53±0.63 ^a	54.08±1.16 ^b	118.94±2.05 ^d	87.00±1.09 ^e
	Final	54.83±0.58 ^a	87.23±0.64 ^b	205.39±3.89 ^d	162.64±2.37 ^e
	Breakdown	43.58±1.00 ^a	135.50±2.72 ^d	64.89±2.43 ^b	78.95±3.66 ^e
	Setback	-33.28±1.16 ^b	-102.36±2.13 ^a	21.56±0.76 ^d	-3.31±2.34 ^e

Values are means±standard deviations. Mean with same letter in row are not significantly different ($p<0.05$).

하시 필요한 에너지도 낮다고 보고되었다(Zhou 등 2002).

한편, Rapid Visco-Analyzer에 의한 쌀가루의 호화점도 특성은 짧은 측정시간과 적은 시료량으로도 충분히 분석이 가능하며, 식미나 가공적성을 평가하기 위하여 많이 이용되고 있다(Fitzgerald 등 2003). 호화 점도 특성에서도 품종간 유의적인 차이가 확인되었는데 특히, 반찰인 백진주는 메벼 품종인 일품, 하이아미에 비해 최저(trough), 최종(final), 치반점도(setback, 최종점도-최고점도)는 낮으나 최고(peak) 및 강하점도(breakdown, 최고점도-최저점도)는 높은 특성을 보였다. 이는 멥쌀의 전분입자가 치밀하게 모여 있어 온도 상승과 유지 과정에서 잘 팽윤되지 않고, 팽윤된 전분입자들도 열과 전단력에 저항성이 높기 때문으로 해석된다(Sowbhagya 등 1994). 강하점도(breakdown)는 아밀로스 함량과 부의 상관관계가 있다고 보고되었는데(Jang 등 1996), 이는 본 연구 결과와 유사하였다. 비슷한 아밀로오스 함량을 가진 품종간에는 아밀로펙틴 장쇄사슬과 부의 상관관계가 있다고 보고되었다(Han & Hamaker 2001). 일반 취반용인 일품과 하이아미의 두 품종간

의 차이에서 하이아미가 최고, 최저, 최종점도 특성은 낮았으나, 강하점도는 높게 나타났다. 노화 경향을 반영하는 치반점도(setback)는 반찰벼인 백진주가 가장 낮았으며, 아밀로오스 함량이 비슷한 멥쌀 간 차이에서는 하이아미가 유의적으로 낮은 치반점도 특성을 보여 노화가 더디게 진행됨을 예상할 수 있겠다(Lee C 2003).

3. 침지에 따른 밥의 조직감 변화

품종별 아밀로오스 함량에 따라 수분흡수 양상과 호화 특성에 차이를 보였으며, 가열 전 수침과정은 식미, 즉 쌀밥의 물리적인 특성에 영향을 줄 것으로 예상되어 취반 전 침지와 무침지에 따른 밥의 조직감 차이를 비교하였다(Table 4). 밥의 조직감의 차이는 쌀의 성분 차이뿐만 아니라, 가수량, 침지, 가열 등 취반조건에 의해 영향을 받게 된다(Kim 등 2005). Texture Analyzer를 이용하여 밥의 텍스처 특성을 비교한 결과, 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness) 등 모든 특성에서 4품

Table 4. Texture properties of cooked rice by using texture analyzer

Variety	Soaking time (min)	Texture properties				
		Hardness (g)	Adhesiveness	Springiness	Cohesiveness	Chewiness
Seolhyangchal	0	1,461.81 ^{bc}	-131.76 ^a	0.62 ^d	0.35 ^{ab}	331.74 ^{bcd}
	30	757.61 ^a	-63.59 ^e	0.47 ^{abc}	0.33 ^a	122.63 ^a
Baegjinju	0	1,683.80 ^{cd}	-141.55 ^a	0.59 ^d	0.38 ^c	389.26 ^{cd}
	30	1,279.88 ^b	-101.78 ^b	0.50 ^c	0.38 ^c	252.90 ^b
Ilpum	0	2,335.97 ^e	-114.35 ^{ab}	0.48 ^{bc}	0.37 ^{bc}	420.29 ^d
	30	1,961.24 ^d	-104.65 ^b	0.41 ^a	0.37 ^{bc}	300.85 ^{bc}
Haiami	0	1,950.88 ^d	-113.76 ^{ab}	0.46 ^{abc}	0.35 ^{ab}	321.00 ^{bc}
	30	1,940.04 ^d	-109.46 ^b	0.42 ^{ab}	0.36 ^{bc}	297.45 ^{bc}

Mean with same letter in column are not significantly different ($p<0.05$).

종간 유의적인 차이를 나타냈으며, 또한 침지와 무침지에 따른 밥의 텍스처 특성은 상당한 차이를 보였다. 30분 침지한 후 밥의 경도(hardness)는 설향찰이 757.6 g으로 가장 낮았고, 멥쌀인 일품과 하이아미는 각각 1,961.2 g, 1,940.0 g으로 높았다. 무침지로 밥을 지은 경우, 설향찰, 백진주, 일품의 경도(hardness)는 높아졌으나, 하이아미는 침지에 따른 밥의 경도 변화가 적어 완만한 차이를 나타냈으나 유의적인 차이는 없었다. 밥의 경도는 아밀로오스 함량과는 정의 상관관계를 나타낸다고 하였는데(Yu 등 2010), 본 연구 결과에서도 설향찰이 침지에 상관없이 다른 품종에 비해 경도가 가장 낮아 유사한 결과를 확인할 수 있었다.

밥의 찰기를 나타내는 부착성(adhesiveness)은 침지 과정을 거치고 지은 밥이 모든 품종에서 높아지는 경향을 나타냈고 품종간에는 설향찰의 부착성이 가장 높고, 백진주와 일품, 하이아미간의 차이는 크지 않았다. 탄력성(springiness)은 침지로 한 밥이 무침지로 한 취반미보다 낮아지는 경향을 나타냈고, 일품과 하이아미인 멥쌀이 찰쌀보다 낮은 값을 보였다. 씹힘성 또한 침지의 취반조건으로 한 밥이 더 낮아지는 경향을 보였으며, 품종간 차이는 설향찰<백진주<하이아미<일품 순으로 높은 값을 나타냈다. 하이아미 품종은 침지에 따른 씹힘성의 차이가 다른 품종에 비해 완만한 편이었고 유의적인 차이가 없었다. 현재까지 보고된 취반 관련 연구에서 수침 처리에 의해 영성해진 외피구조를 통해 수분 흡수가 용이해지고, 취반성은 개선되며, 가수율에 따라서도 밥의 경도는 감소하고, 끈기는 증가하는 것으로 보고되어(Kim MH 1992; Kim 등 1998; Kim 등 2005) 본 연구결과와 유사하였다. 특히, 밥맛에서 가장 중요한 물리적 특성은 경도(hardness)와 부착성(adhesiveness)으로(Naito & Ogawa 1998), 본 연구에서 취반 전 수침 과정을 거친 쌀밥의 경도는 감소하였고, 부착성은 증가하는 경향을 보여 밥맛에 영향을 주는 조직감 특성은 향상되었다고 볼 수 있겠다. 필수아미노산 조성이 우수하고 밥맛이 매우 좋은 하이아미(Hong 등 2011)는 취반 시 별도의 침지 과정을 생략하여도 밥의 질감이 유지되므로 식미에 크게 영향을 미치지 않을 것으로 예상되며, 조리 작업의 효율화가 필요하고 대량 취반이 요구되는 급식이나 대형식당에서 활용 가치를 기대해 볼 수 있을 것으로 전망된다. 향후 이러한 결과를 뒷받침할 수 있는 다양한 밥쌀용 품종에 대한 구체적이고 심도 있는 연구가 수행되어야 할 것으로 생각된다.

요약 및 결론

본 연구에서는 아밀로오스 함량이 다른 4품종 쌀의 이화학적 특성을 조사하였고, 취반 시 침지 유무에 따른 밥의 조

직감 차이를 비교 검토하였다. 쌀의 외관 특성에서 반찰벼인 백진주는 장폭 비율이 다른 품종에 비해 낮았고, 쌀알 길이는 하이아미 품종이 긴 편이었다. 단백질 함량은 6.2~6.8%로 품종간 차이를 보였으나, 7.0% 이하의 함량비를 나타냈다. 아밀로오스 함량 차이를 보인 품종간 아밀로펙틴 측쇄사슬길이 분포 비교에서 중합도 12 이하인 단쇄 비율에서 일품과 하이아미가 상대적으로 높은 비율을, 중합도 37 이상인 장쇄 비율 분포에서는 하이아미가 다른 품종에 비해 낮았으나, 유의적인 차이는 확인되지 않았다. 수화양상 비교에서 멥쌀인 하이아미는 다른 품종에 비해 가장 낮은 경향을 나타냈고, 수침에 따른 쌀알 경도는 높았다. 호화 특성인 DSC 측정 결과, 호화개시, 호화피크, 호화종결온도의 품종간 차이에서 메벼보다 찰벼가 더 높게 나타났고, 호화엔탈피는 하이아미가 다른 품종에 비해 유의적으로 낮았다. 취반 전 수침 과정을 거친 쌀밥의 조직감에서 경도는 감소하였고, 부착성은 증가하는 경향을 보였다. 하이아미는 침지에 따른 밥의 경도 변화가 완만하고 조직감 특성 차이가 크지 않아 밥의 질감이 유지되므로, 식미에 크게 영향을 미치지 않을 것으로 예상되며 추후 대량 취반이 요구되는 급식이나 대형식당에서의 활용도를 기대해 볼 수 있을 것으로 전망된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 기관고유사업(과제번호: PJ906941)의 지원에 의해 수행된 결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- AACC. 2000. Approved Method of the AACC. 10th ed. Method 61-02. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, MN, USA
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, USA
- Chae JC. 2004. Present situation, research and prospect of rice quality and bioactivity in Korea. *Food Science and Industry* 37:47-54
- Choi HC. 2002. Current status and perspectives in varietal improvement of rice cultivars for high-quality and value-added products. *Korean J Crop Sci* 47:15-32
- Chun AR, Song J, Hong HC, Son JR. 2005. Improvement of cooking properties by milling and blending in rice cultivar Goami2. *Korean J Crop Sci* 50:88-93
- 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
- Han XZ, Hamaker BR. 2001. Amylopectin fine structure and rice starch paste breakdown. *J Cereal Sci* 34:279-284
- Hanashiro, L, Abe JI, Hizukuri S. 1996. A periodic distribution of the chain length of amylopectin as revealed by high-performance anion-exchange chromatography. *Carbohydrate Res* 283:151-159
- Hong HC, Kim YG, Yang CI, Hwang HG, Lee JH, Lee SB, Choi YH, Kim HY, Lee KS, Yang SJ, Kim MK. 2011. New cultivar developed : A high essential amino acid properties rice cultivar "Haiami". *Korean J Breed Sci* 43:543-548
- 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. 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.
- Kang HJ, Seo HS, Hwang IK. 2004. Comparison of gelatinization and retrogradation characteristics among endosperm mutant rices derived from Ilpumbyeo. *Korean J Food Sci Technol* 36:879-884
- Kang KJ, Lho IH. 1998. Hydration and hot-water solubilization of milled rice during cooking. *Korean J Food Sci Technol* 30:502-508
- Kang KJ, Kim K, Kim SK. 1995. Relationship between molecular structure of rice amylopectin and texture of cooked rice. *Korean J Food Sci Technol* 27:105-111
- Kim CE, Sohn JK, Kang MY. 2007. Relationship between palatability and physicochemical properties of carbohydrate components in rice endosperm. *Korean J Crop Sci* 52:421-428
- Kim DW, Eun JB, Rhee CO. 1998. Cooking conditions and texture changes of cooked rice added with black rice. *Korean J Food Sci Technol* 30:562-568
- Kim KH, Yoon KH. 1994. Varietal variation of cooking quality and interrelationship between cooking and physicochemical properties of rice grain. *Korean J Crop Sci* 39:45-54
- Kim MH. 1992. Effect of soaking conditions on texture of cooked rice. *Korean J Food Sci Technol* 24:511-514
- Kim MH, Kim SK. 1996. Influence of cooking condition and storage time after cooking on texture of cooked rice. *J Korean Soc Food Nutr* 25:63-68
- 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(S):24-28
- Kwon HJ, Kim YA. 1999. Effects of adding sugars and lipids on characteristics of cooked rice. *J Korean Soc Food Sci* 15:163-170
- Lee C. 2003. Studies on the retrogradation properties of rice starch. *Korean J Food & Nutr* 16:105-110
- Lee EY, Jung JH, Shin HH, Lee SH, Pyun YR. 2000. Studies on optimum cooking conditions for commercial continuous rice cooker. *Korean J Food Sci Technol* 32:90-96
- Lee SJ. 1996. Water addition ratio affected texture properties of cooked rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25:810-816
- 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
- Lee YE, Osman EM. 1991. Physicochemical factors affecting cooking and eating qualities of rice and the ultrastructural changes of rice during cooking. *J Korean Soc Food Nutr* 20:637-645
- Matveev YI, Van Soest JG, Nieman C, Wasserman LA, Protserov VA, Ezernitskaja M, Yuryev VP. 2001. The relationship between thermodynamic and structural properties of low and high amylose maize starches. *Carbohydr Polym* 44:151-160
- Naito S, Ogawa T. 1998. Tensipresser precision in measuring cooked rice adhesiveness. *Journal of Texture Studies* 29:325-335
- Perez CM, Bourne MC, Juliano BO. 1996. Measuring hardness distribution of cooked rice by single-grain puncture. *Journal of Texture Studies* 27:1-13
- Sandhya Rani MR, Bhattacharya KR. 1995. Microscopy of rice starch granules during cooking. *Starch* 46:334-337
- Song J, Kim JH, Kim DS, Lee CK, Youn JT, Kim SL, Suh SJ. 2008. Physico-chemical properties of starches in japonica rices of different amylose content. *Korean J Crop Sci* 53: 285-291
- Sowbhagya CM, Ramesh BS, Ali SZ. 1994. Hydration, swelling and solubility behaviour of rice in relation to other physicochemical properties. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 64:1-7
- 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
- Yuan RC, Thompson DB, Boyer CD. 1993. Fine structure of

amylopectin in relation to gelatinization and retrogradation behavior of maize starches from three wx-containing genotypes in two inbred lines. *Cereal Chem* 70:81-89

Zhou Z, Robards K, Helliwell S, Blanchard C. 2002. Composition and functional properties of rice. *Int J Food Sci*

Technol 37:849-868

접 수 : 2012년 9월 21일
최종수정 : 2012년 10월 22일
채 택 : 2012년 10월 22일