

지역 브랜드 쌀의 이화학적 특성 비교

최옥자¹ · 장원용² · 송치영² · 이미영² · 심기훈¹

¹순천대학교 생명산업과학대학 조리과학과
²(주)쿠첸

Comparison of Physicochemical Properties of Local Commercial Rice Brands

Ok Ja Choi¹, Won Yong Jang², Chi Young Song², Mi Young Lee², and Ki Hoon Shim¹

¹Department of Food & Cooking Science, Suncheon National University
²Cuchen

ABSTRACT The study examined and compared the physicochemical and characteristics of various rice brand varieties and private brand products on the market. The moisture content in the proximate composition of rice was 15.67~17.03%, crude protein content was 5.73~6.30%, crude lipid content was 0.38~0.95%, and crude ash content was 0.23~0.56%. Ilmi and Ilpum had high moisture content, whereas Gosihikkari and Hopyeong had high crude protein content. In the Hunter's color value of rice flour, L value was 96.76~97.27, a value was -1.63~-0.63, and b value was 2.00~2.60. The WAI was 1.21~1.39, WSI was 0.63~0.93%, and amylose content was 14.63~20.86%, respectively; Gosihikkari and Ilmi showed the lowest values. The X-ray diffraction patterns of rice flours of all varieties showed an A shape. For the amylogram properties of rice flour, initial pasting temperature was 59.57~63.23°C, maximum viscosity was 569.00~718.67 B.U. (Brabender Units), breakdown was 303.00~423.67 B.U., and setback was 212.67~265.33 B.U.. For differential scanning calorimeter (DSC) of rice flour, onset temperature was 54.66~58.63°C, peak temperature was 65.87~68.14°C, end temperature was 73.37~75.54°C, and enthalpy was 1.98~2.95 cal/g. The rice varieties with high internal density and initial pasting temperature as well as low crude protein content, WAI, amylose content, and setback can be classified as good. Gosihikkari in Gyeonggi Province, Ilmi and Hopyeong in Jeollanam-do, and Samgwang in Chungcheongnam-do are among them.

Key words: local rice brand, rice varieties, amylose content, amylogram, DSC

서 론

쌀은 아시아 지역의 주요 식량자원 중 하나로 오래전부터 재배되었고, 벼농사는 국가적으로 대단히 중요한 농산물 중 하나이지만 국내 쌀 생산은 미국, 호주 등과 비교해서 영세하고 토지 용역 비용이 과다하기 때문에 생산비가 높아져서 가격 경쟁력이 낮은 것이 특징이다(1,2). 농촌인구가 지속해서 감소하고 있고 토지 단위면적당 생산량이 한정되어 벼농사의 수익성이 보장되지 않기 때문에 현재 농가에서는 벼농사 이외의 다른 목적으로 논을 이용하는 비중이 높아지고 있어 쌀 자급률이 점차 낮아지고 있는 문제점이 지적되고 있다(1,2).

이러한 문제점을 해결하기 위해서 과거에는 다수확을 목적으로 하는 품종육성과 관련 재배기술을 개발하는 것에 초

점을 두었던 정부 정책이 최근에는 수량을 확보하면서도 고 품질의 쌀을 생산할 수 있는 육종 개발과 관련된 기술에 초점을 두고 있다(3). 이와 같은 노력은 쌀농사를 중심으로 형성되어 온 우리의 전통문화를 유지하는 동시에 국내 쌀의 국제 경쟁력을 확보하고자 하는 데 있다고 볼 수 있다(1,3). 경제 발전에 따라 생활 수준이 높아졌고, 식생활 패턴이 고급화됨에 따라 최근 쌀 시장에서도 밥맛과 품질이 좋고 안전하며 건강 지향적인 쌀에 대한 소비자의 요구가 늘어나고, 고품질 쌀 생산의 필요성이 증가함에 따라 지역별로 소비자의 요구에 부응하는 양질 쌀이나 기능성이 함유된 쌀을 생산하고 판매하는 활동이 점차 증가하고 있다(4).

고품질 쌀이란 쌀알이 맑고 균일하며 식품으로서의 안정성과 영양가가 높고 이른바 밥맛이 좋은 쌀을 뜻한다고 하겠는데(5), 쌀의 품질 및 생산량은 품종과 재배환경에 아주 밀접한 관계가 있고, 재배 후 수확, 건조, 저장 및 도정 등의 가공 및 관리에 따라 품질이 좌우된다(6). 이외에도 영양, 취반, 식미, 가공 특성, 외관, 도정도 및 시장성 등의 다양한 요인에 의해서 쌀의 품질이 결정된다고 할 수 있다(2).

각 지역자치단체에서는 고품질 쌀 생산을 권장하여 우리

쌀 시장의 안정성과 관련 농업의 경쟁력을 확보하려는 방안으로 지역에서 생산되는 고품질 쌀을 브랜드화하여 생산과 유통을 유도하고 있다(5). 또한, 지역자치단체는 각 지역의 우수한 브랜드 쌀을 구매하여 섭취한 소비자들이 품질에 만족하면 소비자 충성도가 높아져 광고, 판촉 및 영업 등에 소요되는 비용이 상대적으로 낮아지기 때문에 경쟁력도 확보할 수 있고, 지역을 알릴 기회도 가질 수 있어 자체 브랜드를 구축하고 홍보하는 데 많은 노력을 기울이고 있다.

현재 시판되고 있는 브랜드 쌀에 대한 연구는 경기도, 충청도 및 경상도 지역에서 각각 유통되는 쌀 품종을 중심으로 보고되었는데(1-3,5,7), 본 연구에서는 지역별로 생산되어 유통되고 있는 브랜드 쌀 품종과 대형마트 private brand (PB) 제품의 이화학적 특성 및 호화 특성 등을 비교 분석하여 고품질 브랜드 쌀 육성의 기초 정보를 얻고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에서 사용한 쌀은 2012년도에 수확한 쌀로 경기도 고시히카리 및 추청, 충청남도 삼광, 경상북도 일품, 전라남도 호평 및 일미 그리고 혼합 품종인 대형마트 PB 제품을 사용하였다. 8개 쌀의 이화학적 특성을 분석하기 위하여 쌀을 1.5배 증류수에서 1시간 동안 침지한 후 30분 동안 물을 제거하고, roll mill(HMF-100, Hanil Electric Co., Seoul, Korea)을 이용하여 2회 마쇄한 후 40°C 건조기(HB-502L, Han Baek Co., Bucheon, Korea)에서 건조하였고, 건조한 쌀가루를 100 mesh 체를 통과시켜 쌀가루를 제조하여 시료로 사용하였다.

일반성분 측정

쌀 낱알의 일반성분 분석은 AOAC법(8)에 따라 행하였다. 즉 수분은 상압가열건조법, 조단백질은 Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet법 그리고 조회분은 직접회화법으로 각각 측정하였다.

색도 측정

쌀가루의 색도는 색차계(JC 801S, Color Techno System Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 L(백색도), a(적색도), b(황색도) 값을 분체용 렌즈를 사용하였고, 표준 백색판은 L=92.61, a=0.58, b=2.59 조건에서 측정하였다.

수분흡수지수 및 수분용해지수 측정

쌀가루의 수분흡수지수(water absorbtion index, WAI)와 수분용해지수(water solubility index, WSI)는 Anderson(9)의 방법을 변형하여 측정하였다. 즉 쌀가루 3 g과 증류수 30 mL를 원심분리관에 넣고 30분간 진탕 교반한 후 원심분리기(MF 600R, Hanil Scientific, Gimpo, Korea)를 이용하여 3,000 rpm에서 20분간 원심분리 하였다. 상등액

을 제외한 침전물의 무게를 평량하여 건조시료 g당 흡수된 수분 함량으로 표시하였다.

$$WAI (g/g) = \frac{\text{Hydrated sample wt.} - \text{Dry sample wt.}}{\text{Dry sample wt.}}$$

수분용해지수는 수분흡수지수 측정 시 회수한 상등액을 증발접시에 옮긴 후 건조온도 105°C의 열풍건조기에서 건조시켜 얻어진 고형분의 무게를 건조시료에 대한 백분율로 나타내었다.

$$WSI (\%) = (\text{Dry solid wt. recovered by evaporating the supernatant} / \text{Dry sample wt.}) \times 100$$

아밀로오스 함량 분석

쌀가루의 아밀로오스 함량은 Williams 등(10)의 비색법에 의하여 정량하였다. 쌀가루의 20 mg을 100 mL의 매스플라스크에 취하고 0.5 N KOH 용액 10 mL를 가하여 5분간 저어 시료를 분산시킨 후 증류수로 100 mL 정용한 다음, 10 mL를 취하여 0.1 N HCl 5 mL와 요오드 용액 0.5 mL를 가하고 증류수를 첨가하여 50 mL로 정용한 후 실온에서 5분 방치한 다음 spectrophotometer(optizen POP, Mecasys Co., Daejeon, Korea) 680 nm에서 흡광도를 측정하여 아밀로오스 표준곡선으로부터 아밀로오스 함량을 계산하였다. 아밀로오스 표준곡선은 아밀로오스, 아밀로펙틴(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)을 일정비율로 혼합한 다음 위의 방법으로 흡광도를 측정하여 작성하였다.

X-선 회절도 측정

쌀가루의 결정성은 X-선 회절기(D-MAX-1200, Rigaku Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 target: Cu-K α , filter: Ni, voltage: 35 KV, current: 15 mA, time constant: 1 sec, F.S.R: 1 \times 10³ cps 조건으로 회절각도(2 θ) 5~40°C 까지 회절시켜서 비교하였다.

Amylogram에 의한 호화 특성 분석

쌀가루의 amylogram에 의한 호화 특성은 Micro/Visco/Amylograph(Brabender Measurement & Control System, Duisburg, Germany)를 사용하여 Medcalf와 Gilles (11)의 방법에 따라 측정하였다. 10% 현탁액을 100 mL의 용기에 넣은 후 130°C에서 10분간 교반한 다음, 가열속도 5.0°C/min, 회전속도 250 rpm 조건으로 95°C까지 가열하고 15분간 교반한 후, 5.0°C/min 속도로 50°C까지 냉각하였다. 이와 같이 얻은 amylogram으로부터 호화개시온도, 최고점도, 최저점도 등 amylogram 특성값을 구하였다. 호화개시온도는 점도가 10 B.U.(Brabender Units)에 도달한 온도로 나타냈다.

시차열량주사기에 의한 호화 특성 측정

쌀가루의 시차열량주사기(Jade DSC, PerkinElmer, Inc.,

Table 1. Proximate composition of local brand rice

(Unit: %)

Samples	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Crude ash
Gosihikkari	16.24±0.03 ^b	5.73±0.18	0.95±0.25 ^a	0.42±0.00 ^b
Chucheong	16.07±0.08 ^c	6.04±0.22	0.88±0.23 ^{ab}	0.36±0.03 ^{bc}
Samgwang	15.73±0.20 ^d	5.98±0.19	0.67±0.01 ^{bc}	0.39±0.05 ^{bc}
Ilpum	16.31±0.04 ^b	6.11±0.61	0.48±0.03 ^{cde}	0.56±0.08 ^a
Hopyeong	16.24±0.03 ^b	5.85±0.24	0.64±0.02 ^{cd}	0.41±0.01 ^b
Ilmi	17.03±0.04 ^a	6.28±0.31	0.38±0.07 ^e	0.23±0.05 ^d
Imatssal	15.67±0.06 ^d	6.30±0.88	0.41±0.03 ^{de}	0.32±0.02 ^c

All values are expressed as mean±SD.

Values in the same column with different letters are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Ltd., Waltham, MA, USA)에 의한 호화엔탈피 분석은 Donovan 등(12)의 방법에 따라 쌀가루의 3.0 mg을 aluminum bath에 취하고 여기에 3배의 증류수를 microsyringer로 가하여 밀봉한 후 30분간 방치한 다음 시차열량주사계를 사용하여 30°C에서 95°C까지 10°C/min 속도로 가열하여 흡열(endothermic) peak를 얻었다. 이 peak로부터 호화개시온도(onset temperature, T_o), 호화정점온도(peak temperature, T_p), 호화종료온도(conclusion temperature, T_c) 및 호화엔탈피(gelatinization enthalpy, ΔH)를 구하였다.

통계처리

실험 결과는 SPSS 프로그램(Ver. 20.0 for Window, IBM, New York, NY, USA)을 이용하여 일원배치 분산분석(ANOVA)으로 통계처리 하였으며, $P<0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하여 시료 간의 유의적인 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

일반성분

지역별 브랜드 쌀 낱알의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 수분 함량은 15.67~17.03%, 조단백 함량은 5.73~6.30%, 조지방 함량은 0.38~0.95% 그리고 조회분 함량은 0.23~0.56%였다. 수분 함량은 전라남도 일미벼 품종 쌀에서 17.03%로 가장 높았고, 대형마트 PB 제품에서 15.67%로 가장 낮았으며, 시료 간에 유의한 차이가 있었다. 조단백 함량에서는 대형마트 PB 제품이 6.30%로 가장 높았고, 경기도 고시히카리 품종 쌀이 5.73%로 가장 낮았으나 시료 간에 유의한 차이는 없었다. Kim 등(7)의 연구에서 경상북도 지역에서 시판된 브랜드 쌀 33종의 단백질 함량은 6.72~7.55%로 본 연구보다 다소 높게 나타났으나 시료 간에 유의한 차이는 없다고 하였는데 본 연구 결과와 동일하였다. 조지방 함량은 경기도 고시히카리 품종 쌀이 0.95%로 가장 높았고, 전라남도 일미벼 품종 쌀이 0.38%로 가장 낮았으며 시료 간에 유의한 차이가 있었다. 조회분 함량은 경상북도 일품벼 품종 쌀이 0.56%로 가장 높았고, 전라남도 일미벼 품종 쌀이 0.23%로 가장 낮았으며 시료 간에 유의한 차이가 있었다. 쌀의 일반성분 중에서 밥맛에 영향을 주는 요인은

수분 함량과 단백질 함량으로 수분 함량은 취반 시 가수량과 관계가 있고, 단백질 함량은 밥의 점착성 등과 매우 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있다(13-15). Kwak 등(5)에 의하면 수분 함량은 15.5~16.5% 범위이고, 단백질 함량은 7.0% 미만인 경우에 밥맛이 우수한 쌀이라고 하였으며, Moon 등(16)도 도정을 위한 쌀의 수분 함량은 15.8%였을 때 최적이고, 단백질 함량은 최고급 쌀은 6.4% 이하, 고품질 쌀은 7.0%를 기준으로 한다고 하였다. 본 연구에서 분석한 쌀 품종에서 일미벼 품종을 제외하고 다른 품종의 수분 함량은 15.5~16.5% 사이로 나타났고, 단백질 함량은 모든 품종에서 6.4% 이하로 나타나 지역 브랜드 쌀 품종이 우수한 것으로 나타났다.

색도

지역별 브랜드 쌀가루의 색도를 분석한 결과는 Table 2와 같다. 명도인 L값은 경기도 고시히카리 품종 쌀가루가 97.27로 가장 높았고, PB 제품의 쌀가루가 96.76으로 가장 낮았으며, 시료 간에 유의한 차이가 있었다. 적색도인 a값은 L값과 마찬가지로 경기도 고시히카리 품종 쌀가루가 -0.63으로 가장 높았고, PB 제품의 쌀가루가 -1.63으로 가장 낮았으며, 시료 간에 유의한 차이가 있었다. 황색도인 b값은 경상북도 일품벼 품종 쌀가루가 2.60으로 가장 높았고, 경기도 고시히카리 품종 쌀가루가 2.00으로 가장 낮았으며, 시료 간에 유의한 차이가 있었다. Park 등(2)은 유통 중인 쌀의 호화 및 관능적 특성 연구에서 고시히카리 품종 쌀가루의 L값은 38.77, b값은 6.34로 나타났고, 추청 품종 쌀가루의 L값은 38.77, b값은 6.00이었으며, 삼광 품종 쌀가루의 L값

Table 2. Hunter's color value of local brand rice flour

Samples	L	a	b
Gosihikkari	97.27±0.12 ^a	-0.63±0.14 ^a	2.00±0.08 ^c
Chucheong	97.09±0.08 ^b	-1.35±0.10 ^d	2.41±0.03 ^c
Samgwang	97.10±0.04 ^b	-1.52±0.00 ^e	2.51±0.05 ^b
Ilpum	96.91±0.07 ^c	-1.52±0.08 ^e	2.60±0.05 ^a
Hopyeong	96.96±0.04 ^c	-0.74±0.07 ^b	2.13±0.04 ^d
Ilmi	97.06±0.06 ^b	-1.16±0.07 ^c	2.08±0.04 ^d
Imatssal	96.76±0.09 ^d	-1.63±0.06 ^f	2.42±0.03 ^c

All values are expressed as mean±SD.

Values in the same column with different letters are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

은 40.03, b값은 6.25로 나타났다고 하였다. 본 연구 결과와 차이가 나타나는 이유는 쌀가루 제조 과정에서 체의 mesh 차이에 따른 것으로 추정되는데 본 연구는 100 mesh 체를 사용하였고, Park 등(2)는 40 mesh 체를 사용한 후 시료를 사용하였기 때문이다. 쌀가루의 미세입도 분포율이 높은 쌀가루일수록 L값이 높은 것으로 알려져 있는데, 미세입자가 큰 입자 사이에 고르게 분포되어 간격을 채우는 효과로 빛을 흡수하는 부분이 적어 색이 더 밝아지는 것으로 볼 수 있다(17). Kim(18)의 추정 품종 쌀을 이용하여 건식과 습식 제분 조건에 따른 멥쌀가루의 특성을 분석한 결과에서 본 연구와 유사한 조건으로 제조한 쌀가루의 L값은 96.66, a값은 -0.31, b값은 3.74로 L값은 본 연구와 유사하였고, a값과 b값은 더 높았는데 이와 같은 차이는 쌀가루 제조에 사용되는 분쇄기의 종류, 분쇄 횟수, 재배 환경 및 수확 시기 등의 차이에 의한 것으로 생각된다.

수분흡수지수 및 수분용해지수

지역별 브랜드 쌀가루의 수분흡수지수(WAI) 및 수분용해지수(WSD)를 분석한 결과는 Table 3과 같다. 수분흡수지수는 쌀 전분입자 내부 무정형 부분이나 표면에 물이 흡착되거나 내부로 침투되는 물의 양을 측정하는 것으로 조리할 때 전분의 호화에 영향을 주기 때문에 가공적성에 중요한 영향을 준다(19,20). 이러한 수화특성은 쌀의 품종, 재배조건, 저장기간, 수침시간, 전분손상도, 지방의 유실 정도 등에 따라 달라지며, 내부 치밀도가 낮을수록 수분흡수지수는 높아지는 것으로 알려져 있다(20,21). 수분흡수지수는 경기도 충청벼 품종이 1.39 g/g로 가장 높았고, 경기도 고시히카리 품종이 1.21 g/g로 가장 낮았으며 시료 간에 유의한 차이가 있었다($P<0.05$). 수분용해지수도 쌀가루의 입자 크기 및 손상된 전분의 붕괴에 의해서 측정되는 것으로 수용성 물질의 양과 비례한다(22,23). 수분용해지수는 경기도 충청벼 품종이 0.93%로 가장 높았고, 그다음으로 경상북도 일품벼 품종이 0.86%, 충청남도 삼광벼 품종이 0.85%, 전라남도 호평벼 품종이 0.83%, PB 제품이 0.77%, 전라남도 일미벼 품종이 0.73%, 경기도 고시히카리 품종이 0.63%의 순으로 나타났으며, 시료 간에 유의한 차이가 있었다($P<0.05$).

Table 3. Water absorption index and water solubility index of local brand rice flours

Samples	Water absorption index (g/g)	Water solubility index (%)
Gosihikkari	1.21±0.01 ^e	0.63±0.01 ^f
Chucheong	1.39±0.01 ^a	0.93±0.02 ^a
Samgwang	1.34±0.02 ^b	0.85±0.03 ^b
Ilpum	1.36±0.01 ^b	0.86±0.01 ^b
Hopyeong	1.31±0.01 ^c	0.83±0.02 ^c
Ilmi	1.25±0.03 ^d	0.73±0.02 ^c
Imatssal	1.29±0.03 ^c	0.77±0.02 ^d

All values are expressed as mean±SD. Values in the same column with different letters are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

아밀로오스 함량

지역별 브랜드 쌀가루의 아밀로오스 함량을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 경기도 충청벼 품종이 20.86%로 가장 높았고, 경기도 고시히카리 품종은 14.63%로 가장 낮았다. 경기도 충청벼 품종 다음으로 경상북도 일품벼 품종은 18.48%, 충청남도 삼광벼 품종은 18.01%, 전라남도 호평벼 품종은 17.79%, PB 제품은 17.53% 그리고 전라남도 일미벼 품종은 14.98%의 순으로 아밀로오스 함량이 나타났다. 아밀로오스 함량에 대한 기존의 연구를 살펴보면 Lee(24)의 연구에서 일미벼 품종은 21.52%, Kwak 등(5)의 연구에서 일품벼 품종은 17.70%, 충청벼 품종은 18.10%로 나타났다. Kim 등(7)의 연구에서 일품벼 품종은 17.59%, 충청벼 품종은 17.73%로 나타났고, Park 등(2)의 연구에서 고시히카리 품종은 24.69%, 충청벼 품종은 24.00%, 삼광벼 품종은 25.09%로 나타났으며, Huh 등(25)의 연구에서 일미벼 품종은 16.61%, 호평벼 품종은 18.54%로 나타났다. 이와 같이 같은 품종이어도 아밀로오스 함량의 차이를 보인 것은 재배 지역, 재배 시기, 도정 및 저장 기간 등 여러 가지 요인에 따른 차이로 생각된다. 단백질과 아밀로오스 함량은 밥맛과 연관이 가장 높은 요인으로 알려져 있는데, 단백질 함량과 아밀로오스 함량은 식미와 부의 상관관계가 있는 것으로 이들은 전분의 호화를 방해하고 끈기를 감소시키며, 빠르게 굳게 만들기 때문이다(5,26). 또한, 아밀로오스 함량이 높을수록 취반한 밥은 단단해지고 색과 광택이 떨어지며, 호화온도에도 영향을 끼쳐 저장 과정에서 빠르게 단단해지는 등 전체적인 취반 특성을 악화시키는 것으로도 알려져 있다(27). 본 연구 결과에서 단백질 함량과 아밀로오스 함량을 비교했을 때 경기도 고시히카리 품종과 전라남도 호평벼 품종은 단백질 함량과 아밀로오스 함량이 낮아 식미가 좋을 것을 생각된다.

X-선 회절도

지역별 브랜드 쌀가루의 X-선 회절도를 측정된 결과는 Fig. 1과 같다. X-선 회절도는 일반적으로 전분입자의 결정 형태와 결정화도를 비교하는 데 이용하는 방법으로 peak의 형태로부터 A, B, C, V 도형으로 구분되며, X-선 회절도의 peak가 날카로우수록 결정화도가 크다는 것을 알 수 있다

Table 4. Amylose contents of local brand rice flours

Samples	Amylose contents (%)
Gosihikkari	14.63±0.26 ^d
Chucheong	20.86±0.47 ^a
Samgwang	18.01±0.13 ^{bc}
Ilpum	18.48±0.72 ^b
Hopyeong	17.79±0.37 ^{bc}
Ilmi	14.98±0.65 ^d
Imatssal	17.53±0.42 ^c

All values are expressed as mean±SD. Values in the same column with different letters are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

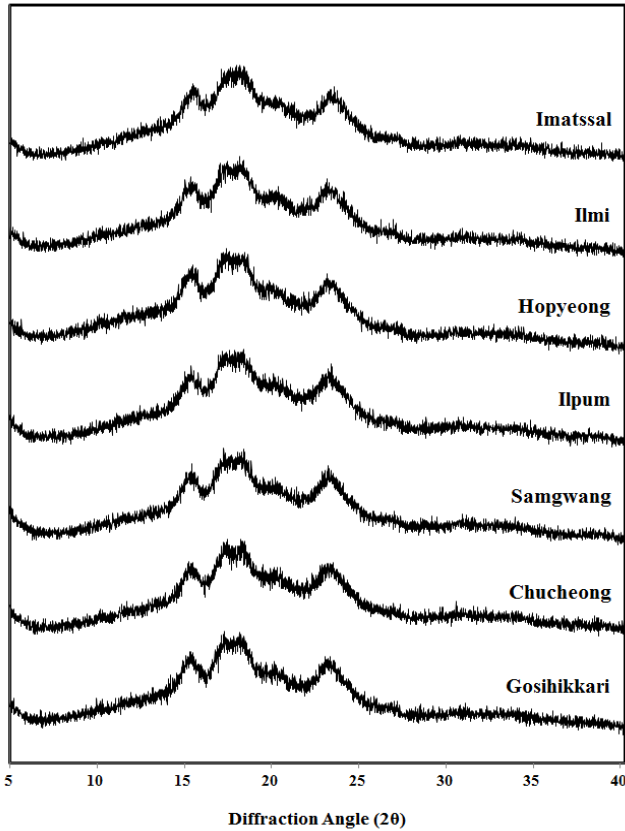


Fig. 1. X-ray diffraction patterns of local brand rice flours.

(28,29). 경기도 고시히카리 품종은 15.04°, 17.02°, 17.80°, 22.89°에서 강한 peak를 보였고, 전라남도 호평벼 품종은 15.14°, 17.00°, 17.80°, 22.86°에서 강한 peak를 보였으며, 전라남도 일미벼 품종은 15.06°, 16.95°, 18.03°, 22.83°에서 강한 peak를 보였다. 경기도 추청벼 품종은 15.06°, 17.02°, 18.00°, 22.92°에서 강한 peak를 보였고, 충청남도 삼광벼 품종은 15.24°, 17.01°, 18.07°, 22.94°에서 강한 peak를 보였으며, 경상북도 일품벼 품종은 15.19°, 17.06°, 18.02°, 22.83°에서 강한 peak를 보였다. PB 제품은 15.16°, 17.06°, 18.05°, 23.04°에서 강한 peak를 보였다. 따라서 모든 품종의 쌀가루는 4환의 a, b가 강하게 나타난 A 도형을 나타냈으며 amylose-lipid complex에 의해 나타나는 5a환

(20~29°)에 의해 아밀로오스 함량을 유추할 수 있는데(30) 본 실험에서는 품종 간에 뚜렷한 차이가 확인되지 않았다.

Amylogram 호화 특성

지역별 브랜드 쌀가루의 아미로그래프에 의한 호화 양상을 측정한 결과는 Table 5와 같다. 아미로그래프에 의한 호화 특성의 차이는 전분 조성 차이, 팽윤 정도, 팽윤된 입자의 안정성, 쌀가루의 입자 크기와 모양, 단백질 및 지방 함량, 아밀로오스 함량 등 다양한 요인에 의해 영향을 받는다고 한다(31,32). 각 쌀가루의 호화개시온도는 59.57~63.23°C였고, 전라남도 호평벼 품종이 가장 높았고, PB 제품이 가장 낮았으며 시료 간에 유의한 차이가 있었다. 호화개시온도는 아밀로오스 함량, 전분입자의 결정도 등에 의해서 영향을 받으며, 전분입자의 무정형 부분이 치밀할수록 느리게 팽윤되어 높은 호화개시온도를 가진다고 알려져 있다(4,33,34). 따라서 전라남도 호평벼 품종이 전분입자의 결정도가 높아 높은 호화개시온도를 나타낸 것으로 판단된다. 최고점도는 호화개시온도와 마찬가지로 전라남도 호평벼 품종이 718.67 B.U.로 가장 높았고, 충청남도 일품벼 품종이 569.00 B.U.로 가장 낮았으며 시료 간에 유의한 차이가 있었다. 최고점도 시온도는 경상북도 일품벼 품종이 89.27°C로 가장 높았고, 경기도 고시히카리 품종이 87.23°C로 가장 낮았다. 95°C에서 15분간 유지한 후 측정된 최저점도는 264.67~295.00 B.U.로 전라남도 호평벼 품종에서 가장 높았고, 충청남도 삼광벼 품종이 가장 낮았으며 시료 간에 유의한 차이가 있었다. 50°C로 냉각한 냉각점도는 418.33~563.33 B.U.로 최저점도와 유사하게 전라남도 호평벼 품종이 가장 높았고, 경기도 고시히카리 품종이 낮았다. 최고점도와 최저점도의 차이인 강하점도(breakdown)는 호화 과정 중 열전단에 대한 저항성과 높은 상관성을 보이는 것으로 알려져 있는데(25), 전라남도 호평벼 품종이 423.67 B.U.로 가장 높았고, 경상북도 일품벼 품종이 303.00 B.U.로 가장 낮게 나타나 호평벼 품종의 경우 팽윤된 전분입자가 열이나 전단에 대해 매우 약하다고 판단된다. 냉각점도와 최저점도의 차이인 치반점도(setback)는 쌀가루의 노화 안정성을 간접적으로 보여주는 것으로 낮을수록 노화에 안정적인 것으로 알려져 있는데(25,35) 경기도 고시히카리 품종이 212.67 B.U.

Table 5. Amylogram properties of local brand rice flours

Samples	Intial pasting temp. (°C)	Maximum viscosity (B.U.): P	Temp. at maximum viscosity (°C)	Viscosity at 95°C after 15 min. (B.U.): H	Viscosity at 50°C (B.U.): C	Breakdown: P-H	Setback: C-H
Gosihikkari	61.70±0.26 ^b	618.67±11.72 ^c	87.23±0.47	265.33±5.03 ^{bc}	418.33±5.51 ^d	353.00±9.85 ^c	212.67±2.52 ^e
Chucheong	60.80±0.40 ^{bc}	662.00±1.73 ^b	87.77±0.95	276.00±2.65 ^b	524.67±1.53 ^b	386.00±4.00 ^b	245.67±2.89 ^b
Samgwang	63.20±0.87 ^a	596.33±12.86 ^d	87.87±0.68	264.67±2.31 ^c	498.00±5.00 ^c	332.00±10.39 ^d	230.33±3.21 ^{cd}
Ilpum	60.27±0.35 ^{cd}	569.00±10.44 ^e	89.27±0.06	266.00±6.56 ^{bc}	504.00±6.00 ^c	303.00±12.53 ^c	234.67±5.03 ^c
Hopyeong	63.23±0.45 ^a	718.67±4.167 ^a	88.17±0.58	295.00±6.24 ^a	563.33±5.13 ^a	423.67±5.51 ^a	265.33±2.31 ^a
Ilmi	60.30±0.40 ^{cd}	621.33±6.661 ^c	88.13±0.38	268.00±3.46 ^{bc}	497.00±3.61 ^c	353.00±9.85 ^c	225.33±0.58 ^d
Imatssal	59.57±0.64 ^d	607.00±9.002 ^{cd}	87.90±1.25	268.67±9.50 ^{bc}	500.00±5.29 ^c	338.67±15.31 ^{cd}	228.00±6.24 ^{cd}

All values are expressed as mean±SD.

Values in the same column with different letters are significantly different at P<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 6. Differential scanning calorimeter (DSC) thermal properties of diverse rice species flours

Samples	Onset temperature (°C)	Peak temperature (°C)	End temperature (°C)	ΔH (cal/g)
Gosihikkari	57.68±0.28 ^b	68.14±0.24 ^a	75.54±0.24 ^a	2.64±0.09 ^b
Chucheong	55.63±0.27 ^c	66.31±0.09 ^{cd}	73.95±0.31 ^c	2.24±0.21 ^{cd}
Samgwang	58.57±0.12 ^a	68.02±0.20 ^a	74.83±0.24 ^b	2.59±0.11 ^b
Ilpum	54.66±0.28 ^d	66.37±0.35 ^c	73.72±0.43 ^{cd}	1.98±0.18 ^e
Hopyeong	58.63±0.34 ^a	67.09±0.29 ^b	73.69±0.32 ^{cd}	2.95±0.07 ^a
Ilmi	55.86±0.22 ^c	67.08±0.18 ^b	74.52±0.18 ^b	2.42±0.06 ^{bc}
Imatssal	54.76±0.19 ^d	65.87±0.39 ^d	73.37±0.15 ^d	2.16±0.11 ^{de}

All values are expressed as mean±SD.

Values in the same column with different letters are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

로 가장 낮았고, 그다음으로 전라남도 일미벼 225.33 B.U., PB 제품 228.00 B.U., 충청남도 삼광벼 230.33 B.U., 경상북도 일품벼 234.67 B.U., 경기도 충청벼 245.67 B.U. 및 전라남도 호평벼 265.33 B.U. 순으로 나타나 치반점도는 호평벼 품종이 가장 높았다. 치반점도와 최종점도는 아밀로오스 함량이 낮을수록 낮게 나타나는 양의 관계를 나타낸다고 하였는데(24,36) 아밀로오스 함량이 낮은 고시히카리와 일미벼에서도 같은 경향이 나타났다.

시차열량주사계에 의한 호화 특성

지역별 브랜드 쌀가루의 시차열량주사계에 의한 호화엔탈피 측정 결과는 Table 6과 같다. 호화개시온도는 54.66~58.63°C로 전라남도 호평벼 품종이 가장 높았고, 경상북도 일품벼 품종이 가장 낮았으며 시료 간에 유의한 차이가 있었다. 경상북도 일품벼 품종의 호화온도가 낮은 것은 아밀로오스 함량이 높아 전분의 결정성이 낮기 때문에 낮은 온도에서도 호화가 가능한 것을 알 수 있다(37-39). 호화정점온도는 65.87~68.14°C였고, 호화종료온도는 73.37~75.54°C로 호화정점온도와 호화종료온도에서 경기도 고시히카리 품종이 가장 높았고, 대형마트 PB 제품이 가장 낮았으며 시료 간에 유의한 차이가 있었다. 호화엔탈피는 경상북도 일품벼 품종이 1.98 cal/g으로 가장 낮았고, 그다음으로 대형마트 PB 제품이 2.16 cal/g, 경기도 충청벼 품종이 2.24 cal/g, 전라남도 일미벼 품종이 2.42 cal/g, 충청남도 삼광벼 품종이 2.59 cal/g, 경기도 고시히카리 품종이 2.64 cal/g 및 전라남도 호평벼 품종이 2.95 cal/g 순으로 높았다. 호화엔탈피는 전분을 구성하는 구조의 결합력과 결정성을 알 수 있는 것으로 아밀로오스 함량이 낮은 품종은 분자 구조의 결합력 및 결정성이 높은 것을 알 수 있고(40), 전분 손상 정도가 클수록 호화엔탈피가 낮은 것으로 알려져 있어(41) 경상북도 일품벼 및 대형마트 PB 제품의 전분 구조의 결정성이 낮은 것으로 추측된다.

요 약

본 연구는 시판되고 있는 경기도, 충청남도, 경상북도, 전라남도 등의 지역에서 시판되고 있는 브랜드 쌀 품종과 대형마트에서 판매하는 PB 제품의 이화학적 특성 및 호화 특성을

분석하여 비교 검토하였다. 쌀의 일반성분 분석에서 수분 함량은 15.67~17.03%, 조단백 함량은 5.73~6.30%, 조지방 함량은 0.38~0.95% 그리고 조회분 함량은 0.23~0.56%로 나타났다. 전라남도 일미벼 품종과 경상북도 일품벼 품종의 수분 함량이 높았고, 경기도 고시히카리 품종과 전라남도 호평벼 품종의 조단백 함량이 낮았다. 쌀가루의 색도에서 L값은 96.76~97.27, a값은 -1.63~-0.63 그리고 b값은 2.00~2.60으로 나타났다. 쌀가루의 수분흡수지수는 1.21~1.39로 나타났고, 수분용해지수는 0.63~0.93%로 경기도 고시히카리 품종과 전라남도 일미벼 품종에서 낮게 나타났다. 쌀가루의 아밀로오스 함량은 14.63~20.86%로 경기도 고시히카리 품종과 전라남도 일미벼 품종에서 낮게 나타났다. 쌀가루의 X-선 회절도를 측정한 결과 모든 품종의 쌀가루는 A 도형을 나타냈다. 아밀로그램에 의한 쌀가루의 호화 특성 분석 결과, 호화개시온도는 59.57~63.23°C, 최종점도는 569.00~718.67 B.U., 최종점도 시 온도는 87.23~89.27°C, 최저점도는 264.67~295.00 B.U., 50°C로 냉각한 냉각점도는 418.33~563.33 B.U., 강하점도는 303.00~423.67 B.U. 그리고 치반점도는 212.67~265.33 B.U.로 나타났다. 시차열량주사계를 이용한 쌀가루의 호화엔탈피 측정 결과 호화개시온도는 54.66~58.63°C, 호화정점온도는 65.87~68.14°C, 호화종료온도는 73.37~75.54°C 그리고 호화엔탈피는 1.98~2.95 cal/g으로 나타났다. 내부치밀도와 호화개시온도가 높고 수분흡수지수, 조단백 함량, 아밀로오스 함량 그리고 아밀로그램의 최종점도 및 치반점도가 낮으면 식미가 좋은 품종으로 봤을 때 경기도의 고시히카리 품종, 전라남도의 일미벼 품종 및 호평벼 품종 그리고 충청남도의 삼광벼 품종이 우수한 품종으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 (주)쿠첸의 연구비 지원으로 수행된 결과의 일부로 이에 감사드립니다.

REFERENCES

1. Lee CH. 2003. A study on the differentiation of a local brand rice. *Com Design Asso Korea* 14: 58-66.
2. Park CE, Kim YS, Park DJ, Park KJ, Kim BK. 2011. Pasting

- and sensory properties of commercial rice products. *Korean J Food Sci Technol* 43: 401-406.
3. Kim SJ, Ahn DJ, Won JG, Park SD, Choi CD. 2008. Analysis of grain quality of commercial brand rice for the production of high-quality rices in Gyeongbuk Province, Korea. *Korean J Crop Sci* 53: 44-46.
 4. 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.
 5. Kwak YM, Kim CE, Sohn JK, Kang MY. 2006. Grain quality of commercial brand rice produced in Kyungpook province. *Korean J Crop Sci* 51: 645-651.
 6. Kim KJ, Kim SL, Song J, Son SR, Hwang HG, Shin JC, Choi HC, Choi YK, Min YG. 2001. Physicochemical and milling characteristics of paddy rice with the harvesting times. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 44: 179-184.
 7. Kim CE, Kang MY, Kim MH. 2012. Comparison of properties affecting the palatability of 33 commercial brands of rice. *Korean J Crop Sci* 57: 301-309.
 8. AOAC. 1984. *Official methods of analysis*. 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. p 31-47.
 9. Anderson RA. 1982. Water absorption and solubility and amylograph characteristics of roll-cooked small grain products. *Cereal Chem* 59: 265-269.
 10. Williams PC, Kuzina FD, Hlynka I. 1970. A rapid colorimetric procedure for estimating the amylose content of starches and flours. *Cereal Chem* 47: 411-420.
 11. Medcalf DG, Gilles KA. 1966. Effect of a lyotropic ion series on the pasting characteristics of wheat and corn starches. *Starch* 18: 101-105.
 12. Donovan JW, Lorenz K, Kulp K. 1983. Differential scanning calorimetry of heat-moisture treated wheat and potato starches. *Cereal Chem* 60: 381-387.
 13. Kyoun OY, Oh SH, Kim HJ, Lee JH, Kim HC, Yoon WK, Kim HM, Kim MR. 2006. Analyses of nutrients and anti-nutrients of rice cultivars. *Korean J Food Cook Sci* 22: 949-956.
 14. Juliano BO. 1985. *Criteria and tests for rice grain qualities*. 2nd ed. American Association Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA. p 443-524.
 15. Choi I. 2010. Physicochemical properties of rice cultivars with different amylose contents. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 1313-1319.
 16. Moon GS, Kim MJ, Jin MH, Kim SY, Park SY, Ryu BM. 2010. Physicochemical and sensory properties of rice stored in an unused tunnel. *Korea J Food Cook Sci* 26: 220-228.
 17. Kim WS, Shin M. 2007. The properties of rice flours prepared by dry- and wet-milling of soaking glutinous and normal grains. *Korean J Food Cook Sci* 23: 908-918.
 18. Kim EM. 2010. The properties of rice flours prepared by dry and wet milling method. *Korean J Food Cook Sci* 26: 727-736.
 19. Kim JM, No J, Song NJ, Shin M. 2017. Quality characteristics of rice cupcakes prepared from Korean rice varieties. *Korean J Food Sci Technol* 49: 151-157.
 20. Kim RY, Kim CS, Kim HI. 2009. Physicochemical properties of non-waxy rice flour affected by grinding methods and steeping times. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 1076-1083.
 21. Kim SK, Bang JB. 1993. Physicochemical properties of rice affected by steeping conditions. *Korean J Food Sci Technol* 28: 1026-1032.
 22. Jeong HS, Min YK, Toledo RT. 2002. Effects of low temperature extrusion method on the physical properties and cell structure of pregelatinized rice flour extrudate. *Food Eng Prog* 6: 145-151.
 23. Lee YT, Kim Y. 2011. Physicochemical properties of brown rice flours differing in amylose content prepared by different milling methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1797-1801.
 24. Lee NY. 2013. Starch and quality characteristics of Korean rice cultivar with waxy and non-waxy type. *Korean J Crop Sci* 58: 226-231.
 25. Huh CK, Shim KH, Kim YD. 2016. Comparison of physicochemical properties between conventional and high-yielding rice varieties. *Korean J Food Sci Technol* 48: 20-26.
 26. Choi HC. 1997. Physicochemical and structural characteristics of grain associated with palatability in japonica rice. *Korean J Breed* 29: 15-27.
 27. 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.
 28. Kang MY, Han JY, Nam SH. 2000. Physicochemical properties of starch granules from endosperm mutants in rice. *Korean J Food Sci Technol* 32: 258-264.
 29. Choi OJ, Jung HN, Shim KH. 2015. Physicochemical properties of powdered, soft and hard type rice flour by different milling methods. *Korean J Food Preserv* 22: 174-181.
 30. Hung PV, Maeda T, Morita N. 2007. Study on physicochemical characteristics of waxy and high-amylose wheat starches in comparison with normal wheat starch. *Starch* 59: 125-131.
 31. 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.
 32. Park IM, Ibanez AM, Shoemaker CF. 2007. Rice starch molecular size and its relationship with amylose content. *Starch* 59: 69-77.
 33. Choi OJ, Kim YD, Shin JH, Noh MH, Shim KH. 2012. Physicochemical properties of diverse rice species. *Korean J Food Preserv* 19: 532-538.
 34. Biliaderis CG, Maurice TJ, Vose JR. 1980. Starch gelatinization phenomena studied by differential scanning calorimetry. *J Food Sci* 45: 1669-1674.
 35. Hong YJ, Lee JH, Oh SK, Yoon MR, Choi IS, Park JH, Jung HJ, Cho MS, Lee JS, Kim CK. 2012. Quality characteristics of rice varieties suitable for sushi. *Korean J Crop Sci* 57: 436-440.
 36. Han SH, Choi EJ, Oh MS. 2000. A comparative study on cooking quality of imported and domestic rices (Chuchung byeo). *Korean J Soc Food Sci* 16: 91-97.
 37. 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.
 38. Matveev YI, Van Soeste JG, Nieman C, Wasserman LA, Protserov VA, Ezemitskaja M, Yuryev VP. 2001. The relationship between thermodynamic and structural properties of low and high amylose maize starches. *Carbohydr Polym* 44: 151-160.
 39. Zhou Z, Robards K, Helliwell S, Blanchard C. 2002. Composition and functional properties of rice. *Int J Food Sci Technol* 37: 849-868.
 40. Kang HJ, Seo HS, Hwang IK. 2004. Comparison of gelatinization and retrogradation characteristics among endosperm mutant rice derived from Ilpumbyeo. *Korean J Food Sci Technol* 36: 879-884.
 41. Kum JH, Lee SH, Lee HY, Kim KH, Kim YI. 1993. Effects of different milling methods on physico-chemical properties & products. *Korean J Food Sci Technol* 25: 546-551.