

한국 쌀과 일본 쌀의 물리화학적 특성 연구 (II) 아밀로즈 함량과 조리특성의 차이에 의한 품질비교

김 혁 일

계명대학교 식품가공학과

Comparison of Korean and Japanese Rice Cultivars in Terms of Physicochemical Properties (II) The Comparison of Korean and Japanese Rice by Amylose Content and Cooking Characteristics

Hyuk-II Kim

Dept. of Food Science and Technology, Keimyung University, Daegu, 704-701, Korea

Abstract

From the cooking data, Japanese rice showed higher water uptake but lower expansion volume, pH and Iodine blue value than those of Korean rice. Japanese rice had higher maximum viscosity, breakdown viscosity and pasting temperature but lower final viscosity and setback viscosity than those of Korean rice by RVA analysis. Japanese rice had higher LC (low compression) hardness, LC stickiness and HC (high compression) stickiness, LC balance and HC balance, but had lower HC hardness and thickness in the tensipresser data. Also Japanese rice had higher stickiness and balance, and lower hardness from the texturometer analysis. Japanese rice showed higher a cooked taste score than that of the Satake cooked taste machine. The various mean values of Japanese rice after cooking showed better cooking characteristics than the Korean rice. These results might be caused because Japanese rice had a little lower amylose and protein content, but higher fat acidity content.

Key words : Rice, amylose, pasting, tensipresser, texturometer.

서 론

한국과 일본은 매우 유사한 품종, 특히 아밀로오스 함량이 낮은 찰진 쌀을 선호하며, 시장에서 한국과 일본은 찰진 쌀을 선호하는 시장을 형성하고 있다. 일본의 경우 시장에서 백미의 특징을 낮은 아밀로오스 함량으로 특성화시키고 있는데, 이는 취반 후의 섭취 시에 요구되는 찰진 식미 특성과도 깊은 관계가 있다고 보여진다. 밥의 식감은 쌀의 90%이상을 차지하고 있는 전분에 의해서 좌우됨은 틀림없다. 지금까지 전분의 아밀로오스 함량, 호화성질, 겔 강도, 알칼리 붕괴도 등에 의한 물리 화학적인 방법으로 밥의 식감을 평가해 왔다 (Juliano BO 1985). 쌀 또는 쌀가루를 과잉의 물과 함께 가열하였을 때 가용성 아밀로오스 함량은 밥의 경도와 부의 상관성을 점착성과는 정의 상관관을 보였으며 (Kim et al 1991) 쌀 전

분에서도 열수 가용성 전분의 함량과 아밀로오스 함량이 많을수록 경도는 낮고 점착성은 높았다(Kang et al 1994, 1995). 그러나 유사한 특성(물리, 화학적)을 지닌 쌀이라고 하더라도 서로 다른 가공 적성을 가지고 있다(Juliano 1998). 성분 중에는 전분의 함량, 아밀로오스와 아밀로펙틴의 특성이 매우 서로 다른 쌀 자체의 구조적인 역할과 품질의 특징적인 파라미터가 될 수 있다. Juliano BO(1998)에 의하면 한국 쌀과 일본 쌀의 경우 약간의 다른 아밀로오스 함량을 가졌지만 호화 온도, 겔 농도, 취반 후의 강도는 매우 유사하다고 하였다.

한국과 일본의 쌀 소비가 매년 감소 추세에 있는 현재, 좀 더 나은 취반 특성을 가지는 품종을 선호하는 소비자의 욕구를 충족시켜야 된다고 생각된다. 그러한 품종을 선별하고 서로 다른 아밀로오스 함량에 따른 양국간의 품종의 차이점을 규명하기 위하여 전보(Kim HI 2004)에서 양국의 선정된 쌀(40종)을 현미와 백미의 기초적인 성질을 분류하고 취반 전의 화학적인 특징과 물리적인 특성을 살펴보았으며 본보에서는 식미에 가장 크게 영향을 미치는 아밀로오스 함량과 취

† Corresponding author : Hyuk-II Kim, Tel: 053-580-5541,
E-mail: ftkim@kmu.ac.kr

반 후의 물리적인 특성을 살펴보고 자한다.

연구 방법

1. 재료 및 도정

전보(Kim HI 2004)와 마찬가지로 실험에 사용한 한국산 쌀은 종을 아는 19종의 멥쌀과 1종의 찹쌀(국립 농산물 검사소에서 2002년 5월에 분양 받음), 3종의 시판 중인 멥쌀(지리산, 예천,철원 산), 2종의 시판 중인 찹쌀(예천, 지리산 산) (시판 멥쌀과 찹쌀은 경남 창원외 농협 하나로 마트에서 2002년 5월에 구입), 일본산 쌀은 14종의 멥쌀과 1종의 찹쌀을 2001년 생산된 시료(일본 총합 식품연구소 2002년 6월 보유)를 사용하였다(전보 Table 1). 시료들은 시험하기 전에 4°C에 저온 저장하였으며 도정 전에 먼저 수분 함량을 유사하게 하기 위하여 수분을 대략적으로 14%로 조절하여 준 후 백미로의 도정은 Yamamoto 도정기(Rice Pal 31, Tendo, Japan)를 사용하여 10%(도감율) 또는 도정도 90%로 하였다. 다른 분석에 사용하기 위하여 가루로 하는 데에는 UDY Cyclone mill(UDY Corp., Ft. Collins, Co. U.S.A)을 사용하였다.

2. 시험방법

1) 백미의 취반 특성

취반 특성은 Batcher 방법(Batcher et al 1956)에 의하여 측정 되었다. 백미를 가제 천으로 잘 문질러서 여분의 겨를 제거 한 후 8 g의 백미(깨어진 백미를 먼저 선별 후 제거)를 등근 원추형의 철사 망에 담은 후에 200 mL의 비커에 넣은 후 160 g의 증류수를 부은 다음 비커를 전기밥솥에 잘 위치시킨 다음 75 mL 증류수를 전기밥솥에 첨가 한 후에 취반한다. 취반 후에 철사 망의 무게를 재어 취반 시에 흡수된 수분의 양을 수분흡수율(water uptake ratio(WUR)로 기록하며, 취반 후의 철사 망의 서로 다른 4곳의 높이를 재어 팽창 부피(expanded volume: $EV=\pi r^2h$)로 표시하였으며, 요오드 청색 값(iodine blue value:IBV)을 구하기 위하여, 비커에 남은 여액을 잘 혼합한 후 200 mL 비커에 옮긴 후 표선까지 증류수로 희석한 다음 일단 호모게나이저로 잘 혼합 후에 pH를 측정한다 다음, 1 mL의 액을 100 mL 정용 후라스크로 옮기고, 2 mL의 요오드 용액과 2 mL의 HCl을 가한 후 표선까지 희석한다. 액을 25°C, 20분간 방치 후에, 600 nm로 조절된 분광광도계(Hitachi 2010, Japan)에서 증류수를 브랭크로하여 흡광도(absorbance)를 측정 한 후 표준 곡선에 의하여 IBV를 구하였다. 개별 결과는 서로 다른 시료를 삼 반복하여 평균값을 구하였다.

2) 백미의 호화 특성

Table 1. Cooking characteristics of Korean and Japanese rices

Korean White Rice	Water uptake ratio (%)	Expanded volume (cc)	pH of cooked rice solution	Iodine blue value
1) Nampyung	361	37.9	6.52	0.32
2) Dongan	362	38.2	6.77	0.32
3) Daesan	383	39.5	6.77	0.40
4) Daean	371	40.3	6.64	0.31
5) Dongjin	354	36.5	6.84	0.34
6) Odae	362	37.7	6.56	0.33
7) Ilmi	372	39.0	6.69	0.30
8) Ilpoom	379	38.3	6.67	0.35
9) Choochung	386	38.8	6.68	0.37
10) Whasung	405	40.7	6.62	0.38
11) Joongwha	431	41.3	6.32	0.46
12) Samchun	359	36.8	6.43	0.27
13) Seohan	383	38.4	6.44	0.28
14) Daejin	388	39.4	6.48	0.33
15) Hwayoung	387	41.3	6.54	0.32
16) Gumnam	402	39.2	6.38	0.34
17) Sindonjin	368	37.5	6.54	0.25
18) Joonam	364	37.1	6.52	0.32
19) Hoan	365	39.6	6.34	0.38
20) C-Yecheon Hyunmi	365	37.5	6.54	0.34
21) C-Cheolwon Hyunmi	358	37.1	6.62	0.28
22) C-Jirisan Hyunmi	371	37.7	6.54	0.29
Mean	376	38.6	6.57	0.33
SD	19	1.4	0.14	0.05
Max.	431	41.3	6.84	0.46
Min.	354	36.5	6.32	0.25
Korean Waxy Rice				
23) C-Yecheon Chapsal	376	29.0	6.56	0.09
24) C-Jirisan Chapsal	365	31.6	6.57	0.09
25) Dongjin Chalbye	413	37.5	6.39	0.09
Mean	385	32.7	6.51	0.09
SD	25	4.4	0.10	0.00
*C-:Commercial Product				
Japanese White Rice				
1) J. Mirenishishiki	405	37.4	6.02	0.27
2) J. Soft 160	399	38.4	6.14	0.17
3) J. Koshihikari	381	37.9	6.25	0.25
4) J. Nihonmasari	404	41.7	6.25	0.30
5) J. Nipponbare	375	38.0	6.41	0.30
6) J. Dontokoi	394	37.7	6.45	0.26
7) J. Hinohikari	392	36.6	6.52	0.23
8) J. Kinuhikari	378	36.5	6.47	0.28
9) J. Hitohana	383	38.8	6.59	0.27
10) I. Koshihikari	397	37.5	6.44	0.36
11) I. Yumehitachi	418	37.6	6.48	0.38
12) I. Kinuhikari	379	38.0	6.55	0.27
13) I. Milkyqueen	391	37.6	6.51	0.14
14) I. Akitakomachi	382	38.8	6.59	0.30
Mean	391	38.0	6.41	0.27
SD	13	1.3	0.17	0.06
Max.	418	41.7	6.59	0.38
Min.	375	36.5	6.02	0.14
Japanese Waxy Rice				
15) J. Hiyokumochi	390	31.0	6.07	0.08
p-value	0.0061	0.1984	0.0076	0.0053

p-value is the probability of rejecting a null hypothesis with the observed value of a given test statistic.

Rapid-Visco-Analyzer(RVA) model 3D(Newport Scientific Pty., Ltd., Warriewood, New South Wales, Australia)을 사용하여 백미의 호화 특성을 관찰하였다. 시료 (3.5 g)를 수분 14%의 값으로 조절한 양을 RVA 알루미늄 용기(Newport Scientific Pty., Ltd.)에 넣고 내용물의 무게가 28 g이 되게 물을 가하여 조절하였다. Toyoshima et al(1997)에 의하여 조절된 가열과 냉각 사이클을 이용하여 측정하였다. 시료는 RVA의 로터에 놓고 50°C에서 93°C로 (50°C에서 1분 그리고 4분 후에 93°C에 달하게 조절)하여 93°C에서 7분간 유지하게 한 후 93°C에서 50°C까지 4분 걸리게 냉각 후 50°C에서 3분간 유지시킨 후 종료시켰다. 얻어진 결과로부터 최대점도(maximum viscosity: peak viscosity), 최소점도(minimum viscosity), 그리고 최종점도(final viscosity), setback, 붕괴도(breakdown), 호화 개시 온도(pasting temperature), 그리고 최고점도 도달 시간(peak time) 등을 구하였다.

3) 취반 후 밥의 물리적 특성

10 g의 백미(14% 수분 평형으로 계산)와 16 g의 증류수를 알루미늄 용기(윗 부분 지름 55 mm, 아랫 부분 지름 40 mm, 높이 55 mm)에 넣은 후 수침 1시간 후에 서로 다른 5시료를 상업적인 전기밥솥(Model RC183, Toshiba Co., Ltd., Japan)에 넣는다. 취반 후 수분 손실을 막기 위하여 두 종류의 서로 다른 덮개(외부층: 알루미늄 포일; 내부층: 과잉의 증기를 흡수하기 위하여 종이 시트)로 윗 부분을 잘 막는다. 취반이 끝난 후에, 시료를 petri-dish에 옮긴 후 개별적으로 플라스틱 봉지에 싼 후 공기가 밀폐되는 플라스틱 용기에 넣은 후에 2시간 상온(25°C)에서 방치 후에 아래와 같은 물리적, 기계적인 특성을 측정하였다.

(1) 텐시프레서를 이용한 측정

Tensipresser™(My Boy System, Taketomo Electric Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 압착 25%를 낮은 압착 테스트(low compression test: LCT), 압착 90%를 높은 압착 테스트(high compression test: HCT)를 취반 한 밥 한 알을 가지고 물리적 특성을 측정하였다(Okatodome et al 1999, 2001). 이 측정은 25% 압착에 의하여 바깥층(surface layer)과 90% 압착에 의하여 전체 낱알의 압착 특성을 측정하였다. 25% 압착으로 행하는 낮은 압착은 15% 압착으로 행하던 과거의 방법(Okadome et al 1996)에 비하여 경도(hardness)와 점착성(stickiness)이 우수함을 보고하였다. 90% 압착율은 밥알 한 알의 압력 시험에 자주 이용되는 법이다(Tsujii S 1981). 밥알 한 알을 먼저 두께의 25%로 압착 한 다음 다시 90%로 압착하며 이때 plunger의 속도는 6.0 mm/s이며, 최대 셀의 무게(maximum load cell)는 10 kgf이며, 압착율(compression rate)은 25%와 90%였다. 측정

은 20번(20밥알) 반복하였으며 결과는 평균으로 표현하였다.

(2) 텍스트로미터를 이용한 측정

또 다른 취반 후(취반 방법은 tensipresser 법과 동일)의 물리적인 특성은 밥알 3알을 사용하는 Texturometer(Zenken Co., Tokyo, Japan) 방법을 사용하였다(Okabe M 1979). 밥알 3알을 이용하여 측정하는 측정의 조건은 다음과 같다; 20초에 2 사이클을 움직이게 하며, 최대 셀의 무게는 25 kgf; 시료와의 간격(clearance)은 0.2 mm, 그리고 시료 측정 시의 온도는, 25°C로 고정하였다. 측정은 각 시료 당 5번을 측정한 후 첫 번째 사이클에서 양의 피크(positive peaks: H₁)는 경도(hardness), 음의 피크(negative peaks: -H₁)는 점착성(stickiness)으로 표현하였다. 균형도(balance degree (-H₁/H₁))는 미각 평가(palatability evaluation)에 적합하다고 보고되었다(Okadome et al 2002). 같은 방법으로 두 번째 사이클에서 양의 피크(H₂), 음의 피크(-H₂), 그리고 미각 평가에 좋은 균형도(-H₂/H₂)를 구하였다.

3. 맛 점수(Taste Score)

일본의 사타케 회사에서 식미 테스트 기계(taste analyzer)를 1980년대에 쌀의 NIR 기술과 물리화학적인 품질 측정의 기초를 연결시켜서 새로운 식미를 측정하는 기계를 개발하였다. 이 식미 측정기기는 NIR에서 얻은 데이터(단백질, 수분, 아밀로오스, 지방산)와 관능검사 데이터를 다중 회귀 분석법(multiple regression analysis)으로 제조된 기기이다. 백미의 취반 후의 맛을 점수화하는 기구로는 Satake Rice Taste Analyzer (RINBO1A, Hiroshima, Japan)를 사용하였다. 백미 20 g과 30 mL 증류수를 알루미늄 용기(윗 부분 지름 55 mm, 아랫 부분 지름 40 mm, 높이 55 mm)에 담아서 1시간 수침 후 전기밥솥(SR-ULH18, National Co., Ltd., Japan)에서 앞에서 설명된 바와 같이 두 층의 덮개(외부층: 알루미늄 포일; 내부층: 과잉의 증기에 의하여 수분을 유실하지 않기 위하여 종이 시트 사용)로 윗 부분을 잘 막는다. 취반이 끝난 후에, 시료를 petri-dish에 옮긴 다음에, 시료를 다시 개별적으로 플라스틱 봉지에 싼 후 공기가 밀폐되는 플라스틱 용기에 넣은 후에 2시간 상온(25°C)에서 방치 후에 Satake 맛 분석기에서 측정하였다. 상기의 모든 시료는 3번 반복 후에 평균 값을 계산하여 결과를 얻었다.

4. 통계처리

Excel을 이용하여 평균, 표준편차, 최대, 최소값을 산출하였으며, 한국산 백미와 일본산 백미의 서로간의 유의성을 비교 검토하기 위하여 Student's *t*-test를 구하였다.

결과 및 고찰

1. 취반 특성

일본의 경우는 쌀의 취반 후 품질 측정에 Batcher법 (Batcher et al 1956)을 사용한다. 이 시험법에서 중요한 요소는 팽창 부피(expanded volume: EV), 수분흡수율(water uptake ratio: WUR), 그리고 요오드 청색값(iodine blue value: IBV), 잔여액(residual liquid)의 pH 등이다. 쌀의 종류에 따라서 수분 흡수가 달라지는데 대부분의 경우 낱알이 긴 경우가 짧은 경우에 비하여 더 많은 수분을 흡수하는 것으로 알려져 있다. 조리 시에 수분 흡수와 팽윤(swelling)은 표면적에 관여되며 또한 물리화학적인 성질에도 관계가 있다고 알려져 있다. 일본의 멥쌀의 경우 수분 흡수도는 평균 391% (375~415%)이며, 한국 쌀의 경우는 평균 375% (354~431%) (Table 1)였다. 그러나 한국의 중화종이 431%로 가장 높았다. 일본의 멥쌀의 팽창 부피는 평균 38.0 cm^3 ($36.5 \text{ cm}^3 \sim 41.7 \text{ cm}^3$)으로 한국 중의 평균 38.6 cm^3 ($36.5 \text{ cm}^3 \sim 41.3 \text{ cm}^3$)에 비하여 전반적으로 낮은 팽창 부피를 나타냈으나 차이는 크지 않았다. 찰쌀이 멥쌀에 비하여 낮은 팽창율을 나타내는 것으로 보아서 팽창율이 적은 경우가 아마도 아밀로오스 함량과도 관계가 있는 것으로 보인다. 취반 후의 품질에 전분의 아밀로오스 함량이 매우 큰 영향을 나타내는 것으로 보여지며, 높은 아밀로오스 함량의 경우 더 많은 수분을 흡수하는 동시에 더 많은 팽창을 하는 것으로 알려져 있으나 본 실험에서의 결과는 좀 다르게 나왔다. 한국 찰쌀 중에서 동진 찰벼가 의외로 높은 수분 흡수와 팽창 부피를 나타내는데 한국의 동진 찰벼의 특수한 현상은 설명할 수가 없다. 한국 멥쌀의 경우 요오드 청색 값이 평균 0.33인 반면 일본 멥쌀의 경우 0.27이었는데 이는 아밀로오스 함량과 매우 관계가 깊음을 의미한다. 한국 멥쌀의 경우 아밀로오스 함량과 IBV와의 상관 관계인 r 값이 0.86, 일본 멥쌀의 경우 0.83 (Table 5)이었다. 색깔과의 관계는 아밀로오스 함량에 따라서 color meter를 사용한 결과의 명도(lightness)와 백색도(whiteness) 측정에서 얻어진 두 가지 결과와 높은 부의 상관관계를 나타내었다. 이는 아밀로오스 함량이 높을수록 명도와 백색도가 낮아짐을 의미한다 (Table 5). 취반액의 pH는 일본산 쌀(pH 6.41)이나 한국산 쌀(pH 6.57)이 큰 차이는 없으나 통계처리에 의한 유의성($p < 0.05$)의 차이가 있었다.

2. 호화 특성

쌀의 호화 특성은 취반 후의 밥의 식미에 큰 영향을 미치기 때문에 호화 시험을 행할 필요가 있다. 전통적으로 Brabender viscoamylography를 사용하여 전분의 호화 개시온도 (pasting temperature), setback 특성을 알았다. 그러나 이 방

법은 많은 양의 시료를 사용하여야 하며, 분석에 요하는 시간이 길며, 기기의 값이 비싸다는 단점이 있어서 근래에는 호주 의 CSIRO Wheat Research Unit and Bread Research Institute 사의 Rapid-Visco-Analyzer(RVA)가 이용된다. 이 기기는 호주에서 밀의 sprout damage를 알아내기 위하여 개발된 기기이다 (Ross et al 1987). RVA를 이용한 전분과 전분 함유제품의 조리 특성을 연구한 연구(Walker et al 1988)에 의하면 apparent amylose content(AAC)가 자주 식미의 평가에 지표로 이용이 되었다. 일본의 쌀 시장에서 맛이 있는 쌀이 아밀로그래프 (Tani et al 1969, Chikubu et al 1983, 1985)와 RVA 방법(Fuwa et al 1994, Toyoshima et al 1997)에서 높은 최대 점성을 보여 주었다. 후자의 RV A 방법에서 보다 1997년 Toyoshima et al의 방법이 예리 값이 더욱 적었으며, 1995년에 RVA 방법이 AAC의 증명된 쌀 품질 측정방법으로 인정받았다. 높은 최대 값 점도(peak viscosity)는 전분 입자가 쉽게 붕괴됨을 의미한다. 한국산 멥쌀의 최대 점도(maximum viscosity)의 평균값은 329.90 RVU(287.00~360.92 RVU)인데 비하여 일본산 멥쌀의 최대 점도의 평균은 355.57 RVU (336.42~379.67 RVU)로 한국산 멥쌀에 비하여 일본산 멥쌀이 더욱 높은 최대 점도 평균값을 나타내었다(Table 2). 일반적으로 최종점도(final viscosity)는 냉각시의 노화에 관계한다고 알려져 있으며, 쌀의 경우 아밀로오스 함량이 높으면 최종 점도도 높은 것으로 알려져 있다. 한국쌀의 최종 점도의 평균값은 270.80 RVU이며, 일본쌀의 평균 최종점도는 260.76 RVU로 통계적으로는 양국 간에 유의(유의값 $p < 0.05$) 하지는 않지만 약간 높았는데, 이는 한국산 쌀의 아밀로오스 함량이 일본산 쌀보다 높은 것이 영향을 미친 것으로 생각된다 (Table 5). 최고 점도와 아밀로오스 함량과의 관계는 한국산 쌀의 경우는 $r=0.96$, 일본산 쌀의 경우는 $r=0.74$ 로 정의 상관관계를, 또한 최종 점도와 아밀로오스 함량과의 관계도 한국산 쌀의 경우 $r=0.93$, 일본산 쌀의 경우 $r=0.92$ 로 매우 높은 정의 상관관계를 보여 주었으며, 유의성($p < 0.05$)도 보여 주었다 (Table 5). 붕괴 점도값(breakdown viscosity)은 쌀의 경우 높은 붕괴 점도값을 가진 경우가 더욱 맛이 있는 것으로 알려져 있다(Uyen et al 2001). 일본산 멥쌀의 경우 평균 붕괴 점도가 200.12 RVU로 한국산 멥쌀의 평균 붕괴 점도인 177.81 RVU 보다 높았으며 통계적으로 유의성을 지녔다($p < 0.05$) (Table 2). 아밀로오스 함량과 붕괴 점도 값의 상관관계는 한국 쌀이 $r=0.85$ 로 높은 상관관계를 보여 준 반면 일본 쌀은 $r=0.44$ 로 별로 큰 상관관계를 보여 주지 못하였다. 이 결과는 매우 설명하기가 어려우며 일본산 시료가 14개로서 시료의 수에 차이에 기인하는 것이 아닌가 생각된다. Setback 점도의 경우 한국산 멥쌀 (평균 118.63 RVU)이 일본산 멥쌀 (평균 105.31 RVU)에 비하여 높은 것으로 보아 노화가 조금 빠를 것이라는 예상이 가능하다. 호화

Table 2. Pasting characteristics of Korean and Japanese rices

Korean White Rice	Maximum viscosity (RVU)	Breakdown viscosity (RVU)	Final viscosity (RVU)	Setback viscosity (RVU)	Pasting temp. (°C)
1) Nampyung	334.21	165.88	289.25	120.92	71.03
2) Dongan	331.75	183.00	271.88	123.13	70.00
3) Daesan	329.08	181.29	263.67	115.88	69.68
4) Daean	322.00	159.75	291.58	129.33	71.03
5) Dongjin	327.33	205.67	234.58	112.92	70.70
6) Odae	313.17	167.04	258.38	112.25	69.33
7) Ilmi	360.92	210.54	266.79	116.42	70.80
8) Ilpoom	328.79	168.67	278.50	118.38	69.65
9) Choochung	339.50	185.25	270.63	116.38	70.70
10) Hwasung	344.42	197.04	268.67	121.29	71.30
11) Joonghwa	337.25	157.21	307.58	127.54	71.00
12) Samchun	309.88	133.75	308.13	132.00	70.28
13) Seohan	331.75	192.08	250.83	111.17	71.03
14) Daejin	326.21	145.88	310.63	130.29	70.03
15) Hwayoung	335.17	171.67	280.17	116.67	70.75
16) Kumnam	347.54	237.63	210.54	100.63	71.15
17) Sindongjin	346.42	194.83	264.42	112.83	69.28
18) Joonam	337.04	182.33	272.75	116.75	69.05
19) Hoan	287.00	156.71	247.13	116.83	71.43
20) C-Yechun Hyunmi	312.08	167.42	264.58	119.92	69.43
21) C-Cheolwon Hyunmi	316.75	160.25	271.04	114.63	70.73
22) C-Jirisan Hyunmi	340.04	187.96	275.92	123.83	70.63
Mean	329.92	177.81	270.80	118.63	70.41
SD	15.75	23.36	23.39	7.24	0.73
Max.	360.92	237.63	310.63	132.00	71.43
Min.	287.00	133.75	210.54	100.63	69.05
Korean Waxy Rice					
23) C-Yechun Chapsal	105.50	68.67	57.04	20.21	68.50
24) C-Jirisan Chapsal	70.83	39.00	51.67	19.83	72.28
25) Dongjin Chalbye	110.17	67.71	63.83	21.38	69.70
Mean	95.50	58.46	57.51	20.47	70.16
SD	21.49	16.86	6.10	0.80	1.93
Japanese White Rice					
1) J. Mirenishiki	336.42	161.63	291.83	117.04	71.15
2) J. Soft 158	379.67	246.79	208.21	75.33	70.78
3) J. Koshihikari	367.25	240.79	222.38	95.92	71.40
4) J. Nihonmasari	336.46	202.42	244.36	110.33	70.80
5) J. Nipponbare	343.42	174.71	291.08	122.38	71.43
6) J. Dontokoi	378.13	226.83	253.25	101.96	71.45
7) J. Hinohikari	363.33	197.50	283.92	118.08	69.40
8) J. Kinuhikari	367.25	203.13	271.71	107.58	71.18
9) J. Hitohana	342.25	167.04	312.38	137.17	70.73
10) I. Koshihikari	347.42	203.79	245.42	101.79	70.30
11) I. Yumehitachi	337.79	166.21	278.29	106.71	70.35
12) I. Kinuhikari	365.04	186.29	291.88	113.13	70.43
13) I. Milkyqueen	367.25	239.63	192.54	64.92	71.50
14) I. Akitakomachi	346.38	184.92	263.46	102.00	70.63
Mean	355.57	200.12	260.76	105.31	70.82
SD	15.62	29.00	35.01	18.30	0.59
Max.	379.67	246.79	312.38	137.17	71.50
Min	336.42	161.63	192.54	64.92	69.40
Japanese Waxy Rice					
15) J. Hiyokomochi	96.46	61.33	51.29	16.17	67.43
<i>p</i> -value	0.0000	0.0236	0.3549	0.0197	0.0705

p-value is the probability of rejecting a null hypothesis with the observed value of a given test statistic.

온도를 예측하는 pasting 온도(호화개시 온도)의 경우는 한국산 멥쌀($r=0.09$)은 아밀로오스 함량과 거의 상관관계를 보여 주지 못하였으나 일본 멥쌀의 $r=0.65$ 로 어느 정도의 상관 관계가 있었다. 아밀로오스 함량과의 상관관계는 별 영향을 보여 주지 못하였으나 위와 같은 RVU 결과에 따르면 일본산 멥쌀의 조리 특성이 한국산 멥쌀의 조리 특성의 식미에서 보다 조금 나은 맛있는 쌀임을 알 수 있었다. 호화개시 온도는 물리적인 특성과 높은 상관관계가 있음이 알려져 있다(Uyen et al 2001). 호화개시 온도가 70°C 이하인 경우는 낮은, 70°C to 74°C 의 경우는 중간, 그 이상은 높은 것으로 분류가 된다(Uyen et al 2001). 패스팅 온도의 경우 한국산 멥쌀(70.41°C)이나 일본산 멥쌀(70.82°C)이 매우 유사하였으며 두 나라 쌀이 모두 Uyen 등 (2001)이 주장한 중간 정도의 pasting 온도 범위였으며 양국 간의 유의성($p<0.05$)도 있었다(Table 2). 찰쌀의 경우 모든 점도 특성의 값은 멥쌀에 비하여 훨씬 낮은 값을 보여 주었는데 이는 아마도 수용성 다당류의 함량과 높은 아밀로펙틴 량에 기인한다고 생각된다(Table 2).

3. 취반 후 밥의 물리적 특성

1) 텐시프레서를 이용한 취반 후 밥의 물리적 특성

쌀의 품질 측정에서 경도와 점착성과 같은 물리적인 특성은 맛과 수용성에 크게 영향을 미친다고 하였다(Okabe, 1979). Okadome et al(1996, 1999, 2001, 2002)에 의하면 새로운 텐시프레서 모델이 비슷한 전분의 특성을 가지는 japonica 종의 구별에 성공적으로 사용할 수 있다고 하였다. 사용하는 셀의 높은 감도에 의하여 이 기계를 사용하여 밥알 1알을 시료로 이용할 수 있다. 나아가 시료의 두께도 자동적으로 측정이 가능하다. 그래서 텐시 프레서의 압착율도 조절할 수 있기 때문에 낮은 압착 시험(low compression test: LCT)과 높은 압착시험(high compression test: HCT)을 함께 시험할 수가 있다. LCT는 밥알의 표면층의 경도와 점착성을 25% 압착으로 측정이 가능하며 반면에 HCT는 90%의 압착을 하여서 밥알의 전체 경도와 점착성을 알아 낼 수 있다. 이 방법으로 경도와 점착성 이외에도 전반적인 밥맛(palatability), 푸슬푸슬함(crumbleness), 단단함(firmness)등도 규명이 가능하다. LCT와 HCT의 경도와 점착성 그리고 그들의 균형도(balance degree)를 Table 3에 나타내었다. LCT의 결과 일본의 멥쌀(7.62×10^4 dyne)이 한국의 멥쌀(7.36×10^4 dyne)에 비하여 약간 더 단단하게 결과가 나왔는데 점착성에서는 일본 멥쌀(2.09×10^4 dyne: 1.38×10^4 dyne)의 경우가 한국 멥쌀(1.38×10^4 dyne)에 비하여 매우 높게 나타났다(Table 3). 일반적으로 높은 아밀로오스 함량의 경우가 더 높은 경도를 가지는 것으로 알려져 있으나 본 실험에서는 다르게 나왔다. 밥맛을 결정하

는데 중요한 인자인 표면 점착성의 경우 한국의 중화 중(0.69×10^4 dyne)이 가장 낮았으며, 일본의 차세대 Hitohana 중(2.81×10^4 dyne)이 가장 높았다. 점착성/경도 율로 표현되는 균형도($-H_1/H_1$: balance degree)는 0.11에서 0.32로 광범위하게 나타났다. 반면에 HCT의 경우(overall texture property) 모든 찰쌀이 멥쌀에 비하여 연하게 나타났다. HCT의 균형도는 0.23에서 0.38이었으며, 일본 멥쌀(1.91×10^6 dyne)의 경도가 한국 멥쌀(1.94×10^6 dyne)경우보다 약간 낮은 반면, 일본의 멥쌀이 한국 멥쌀보다 높은 점착성(5.49×10^5 dyne: 5.14×10^5 dyne)과 높은 균형도(0.30: 0.27)를 나타내었으며 통계적인 유의성($p<0.05$)은 경도에서는 양국 간의 유의성이 없었으나 점착성 및 균형값에서 LCT, HCT 모두 유의성이 있었다(Table 3). 흥미롭게도 일본의 멥쌀의 표면 경도가 약간 높았으나 전체적인 경도의 경우는 약간 낮게 나왔다. 이는 아마도 일본 쌀과 한국 쌀에서 전분의 구성이 다를 뿐만 아니라 배아의 구조에 차이가 나지 않을까하는 의구심이 든다. 점착성에서는 일본 멥쌀이 한국 멥쌀에 비하여 표면이나 전체적으로 매우 높은 것으로 나타났다. 취반 후의 밥알의 두께는 한국산 멥쌀이 평균 2.44 mm로 일본산 멥쌀의 평균 2.25 mm보다 컸는데, 이는 앞에서 본 수분 흡수도보다는 팽창 부피에 더 큰 영향을 받는 것으로 보이며, 통계적 유의성($p<0.05$)이 양국간에 매우 큰 것을 알 수 있었다(Table 3).

2) 텍스트로미터를 이용한 취반 후 밥의 물리적 특성

텍스트로미터(texturometer)를 사용하여 측정된 값은 섭취 시의 품질에 큰 영향을 미치는 밥의 경도(H_1)와 점착성($-H_1$)을 구하였다(Table 4). 일본에서는 H_1 과 $-H_1$ 또는 균형도($-H_1/H_1$)가 밥맛을 좌우하는 중요한 지표이며(Okabe 1979), 그 중에서 균형도가 0.15에서 0.20 정도의 값이 밥맛이 좋은 쌀로 인정을 할 수 있으며, 높은 값일수록 좋은 밥맛을 가지며 낮은 값일수록 나쁜 밥맛을 가진다고 하였다. 밥의 경우 밥맛은 아밀로오스 함량과 매우 깊은 관계를 가지며 (Juliano et al 1981) 높은 아밀로오스 함량의 쌀인 경우 조직에 커다란 영향을 미친다고 하였다. 한국 멥쌀과 일본 멥쌀의 아밀로오스 함량과 텍스트로미터를 사용한 첫 번째 사이클의 경도(H_1)인 경우 한국 멥쌀은 $r=0.92$, 일본 멥쌀은 $r=0.82$ 였다(Table 5). 그러나 텍스트로미터를 사용한 결과의 점착성에서는 텐시 프레서를 사용한 결과와는 다르게 한국 멥쌀의 점착성($-H_1$)이 아밀로오스 함량과 $r=-0.48$, 일본의 멥쌀의 경우 $r=-0.25$ 로 별 상관관계가 없음을 보여 주었다. 한국 멥쌀의 경도(H_1)의 평균은 2.43 kgf로서 일본 멥쌀의 경도 평균인 2.36 kgf 보다 조금 높았으며, 일본 멥쌀의 평균 점착성($-H_1$)이 0.74 kgf로서 한국 멥쌀의 평균 점착성이 0.64 kgf 보다 높았다(Table 4). 저아밀로오스 품종인 일본의 Milkyqueen 이 제일

Table 3. Physicochemical properties of cooked milled rice using tensipresser

Korean White Rice	Low compression test			High compression test			Sample thickness(mm)
	Hardness (H ₁) (10 ⁴ dyn)	Stickiness (-H ₁) (10 ⁴ dyn)	Balance (-H ₁ /H ₁)	Hardness (H ₂) (10 ⁶ dyn)	Stickiness (-H ₂) (10 ⁵ dyn)	Balance (-H ₂ /H ₂)	
1) Nampyung	7.24	1.02	0.14	1.77	5.17	0.30	2.43
2) Dongan	7.46	1.48	0.21	1.86	5.88	0.32	2.43
3) Daesan	7.35	1.26	0.18	1.99	4.91	0.25	2.33
4) Daean	6.21	0.98	0.16	1.70	5.27	0.32	2.50
5) Dongjin	7.94	1.53	0.19	1.95	5.44	0.28	2.55
6) Odae	7.87	1.71	0.23	1.99	5.05	0.26	2.39
7) Ilmi	7.90	1.65	0.21	1.95	5.19	0.27	2.42
8) Ilpoom	6.90	1.45	0.21	1.87	5.19	0.28	2.50
9) Choochung	6.66	1.31	0.19	1.92	4.91	0.26	2.43
10) Hwasung	5.87	1.08	0.18	1.73	4.76	0.29	2.36
11) Joonghwa	5.59	0.69	0.13	1.87	4.12	0.23	2.41
12) Samchun	7.26	0.83	0.12	2.02	4.72	0.24	2.56
13) Seohan	7.34	1.03	0.14	1.78	5.17	0.30	2.47
14) Daejin	8.20	1.21	0.15	2.13	5.09	0.25	2.47
15) Hwayoung	7.44	1.40	0.19	2.00	5.33	0.28	2.36
16) Kumnam	7.02	1.03	0.14	1.78	4.80	0.28	2.48
17) Sindongjin	10.00	2.64	0.26	2.25	5.92	0.27	2.41
18) Joonam	7.64	1.57	0.21	2.12	5.16	0.25	2.48
19) Hoan	7.35	1.49	0.20	1.85	5.57	0.31	2.48
20) C-Yechun Hyunmi	6.92	1.48	0.22	1.99	4.89	0.25	2.36
21) C-Cheolwon Hunmi	7.62	1.73	0.23	2.11	5.20	0.25	2.43
22) C-Jirisan	8.08	1.89	0.23	2.12	5.42	0.26	2.33
Mean	7.36	1.38	0.19	1.94	5.14	0.27	2.44
SD	0.90	0.42	0.04	0.15	0.39	0.03	0.06
Max.	10.00	2.64	0.26	2.25	5.92	0.32	2.56
Min.	5.59	0.69	0.12	1.70	4.12	0.23	2.33
Korean Waxy Rice							
23) C-Yechun Chapsal	4.39	0.50	0.11	1.34	4.89	0.37	2.38
24) C-Jirisan Chapsal	4.81	0.61	0.13	1.41	5.05	0.36	2.47
25) Dongjin Chalbye	5.41	0.99	0.18	1.48	5.62	0.38	2.15
Mean	4.87	0.70	0.14	1.41	5.19	0.37	2.33
SD	0.51	0.26	0.04	0.07	0.38	0.01	0.17
*C-: Commercial Product							
Japanese White Rice							
1) J. Mirenishiki	5.99	1.74	0.28	1.75	5.13	0.30	2.23
2) J. Soft 158	6.97	2.22	0.32	1.64	5.76	0.36	2.28
3) J. Koshihikari	7.23	2.11	0.30	1.88	5.24	0.28	2.24
4) J. Nihonmasari	7.94	1.89	0.24	2.14	4.98	0.24	2.38
5) J. Nipponbare	9.88	2.01	0.20	2.11	5.13	0.25	2.23
6) J. Dontokoi	7.25	2.15	0.30	1.86	5.68	0.31	2.22
7) J. Hinohikari	7.21	2.31	0.32	1.82	5.52	0.31	2.17
8) J. Kinuhikari	7.54	2.06	0.28	1.94	5.37	0.28	2.31
9) J. Hitohana	10.10	2.81	0.28	2.27	6.24	0.28	2.37
10) I. Koshihikari	7.33	1.77	0.24	1.99	5.01	0.26	2.23
11) I. Yumehitachi	7.41	2.10	0.28	1.88	5.47	0.30	2.18
12) I. Kinuhikari	8.30	2.38	0.29	2.00	5.89	0.30	2.22
13) I. Milkyqueen	6.59	1.83	0.28	1.64	5.94	0.37	2.19
14) I. Akitakomachi	6.89	1.83	0.27	1.77	5.52	0.32	2.28
Mean	7.62	2.09	0.28	1.91	5.49	0.30	2.25
SD	1.15	0.29	0.03	0.18	0.38	0.04	0.06
Max.	10.10	2.81	0.32	2.27	6.24	0.37	2.38
Min.	5.99	1.74	0.20	1.64	4.98	0.24	2.17
Japanese Waxy Rice							
15) J. Hiyokomochi	3.58	0.44	0.12	1.31	4.84	0.37	2.23
p-value	0.4805	0.0000	0.0000	0.5345	0.0130	0.0429	0.0000

p-value is the probability of rejecting a null hypothesis with the observed value of a given test statistic.

Table 4. Physical properties of cooked milled rice using texturometer

Korean White Rice	Hardness (H ₁) (kgf)	Stickiness (-H ₁) (kgf)	Balance (-H ₁ /H ₁)	Cooked milled rice moisture (%)
1) Nampyung	2.27	0.68	0.30	68.4
2) Dongan	2.36	0.74	0.31	68.0
3) Daesan	2.17	0.56	0.26	68.4
4) Daean	2.29	0.67	0.30	68.9
5) Dongjin	2.62	0.64	0.25	67.4
6) Odae	2.49	0.57	0.23	67.8
7) Ilmi	2.64	0.63	0.24	67.8
8) Ilpoom	2.47	0.72	0.29	67.1
9) Choochung	2.57	0.69	0.27	68.7
10) Hwasung	2.46	0.61	0.25	68.0
11) Joonghwa	2.38	0.47	0.20	67.3
12) Smachun	2.54	0.59	0.24	69.4
13) Seohan	2.41	0.65	0.27	70.2
14) Daejin	2.34	0.61	0.26	68.4
15) Hwayoung	2.42	0.58	0.24	68.1
16) Kumnam	2.20	0.55	0.25	68.6
17) Sindongjin	2.61	0.81	0.32	67.5
18) Joonam	2.61	0.68	0.26	67.3
19) Hoan	2.40	0.67	0.29	66.5
20) C-Yechun Hyunmi	2.48	0.59	0.24	69.7
21) C-Cheolwon Hyunmi	2.47	0.72	0.29	69.5
22) C-Jirisan Hyunmi	2.33	0.68	0.29	70.0
Mean	2.43	0.64	0.27	68.3
SD	0.13	0.08	0.03	1.0
Max.	2.64	0.81	0.32	70.2
Min.	2.17	0.47	0.20	66.5
Korean Waxy Rice				
23) C-Yechun Chapsal	1.60	0.68	0.43	68.8
24) C-Jirisan Chapsal	1.69	0.78	0.46	70.8
25) Dongjin Chalbye	1.71	0.82	0.48	69.8
Mean	1.67	0.76	0.46	69.8
SD	0.06	0.07	0.03	1.0
*C-: Commercial Product				
Japanese White Rice				
1) J. Mirenishiki	2.18	0.63	0.29	66.6
2) J. Soft 158	2.13	0.84	0.39	73.0
3) J. Koshihikari	2.34	0.60	0.26	67.0
4) J. Nihonmasari	2.40	0.59	0.25	69.2
5) J. Nipponbare	2.62	0.70	0.27	66.6
6) J. Dontokoi	2.28	0.86	0.38	68.9
7) J. Hinohikari	2.41	0.78	0.33	69.5
8) J. Kinuhikari	2.35	0.76	0.32	67.6
9) J. Hitohana	2.70	0.71	0.26	68.3
10) I. Koshihikari	2.32	0.69	0.30	68.4
11) I. Yumehitachi	2.23	0.78	0.35	67.8
12) I. Kinuhikari	2.23	0.69	0.32	66.5
13) I. Milkyqueen	2.18	0.92	0.42	67.7
14) I. Akitakomachi	2.63	0.79	0.30	69.7
Mean	2.36	0.74	0.32	68.3
SD	0.18	0.10	0.05	1.7
Max.	2.70	0.92	0.42	73.0
Min.	2.13	0.59	0.25	66.5
Japanese Waxy Rice				
15) J. Hiyokomochi	1.60	0.67	0.42	66.5
p-value	0.1877	0.0044	0.0036	0.9616

p-value is the probability of rejecting a null hypothesis with the observed value of a given test statistic.

Table 5. Correlation between amylose content with cooking quality, color, pasting, and physical parameters

Parameter	All	Korean rice	Japanese rice
Expansion volume	0.70	0.69	0.71
Iodine blue value	0.85	0.86	0.83
Lightness	-0.84	-0.90	-0.72
Redness	-0.36	-0.49	-0.39
Yellowness	0.56	0.59	0.50
Whiteness	-0.82	-0.87	-0.71
Maximum viscosity	0.84	0.96	0.74
Breakdown viscosity	0.65	0.85	0.44
Final viscosity	0.92	0.93	0.92
Setback viscosity	0.96	0.96	0.96
Pasting temperature	0.28	0.09	0.65
Tensipresser: LC jardness	0.71	0.72	0.78
Tensipresser: LC stickiness	0.43	0.53	0.75
Tensipresser: LC balance	0.25	0.41	0.51
Tensipresser: HC hardness	0.84	0.83	0.87
Tensipresser: HC stickiness	-0.03	-0.05	0.13
Tensipresser: HC balance	0.84	0.84	0.83
Texturometer: hardness (1st Bite)	0.89	0.92	0.82
Texturometer: stickiness (1st Bite)	-0.40	-0.48	-0.25
Texturometer: balance (1st Bite)	0.88	0.92	0.80
Texturometer: hardness (2nd Bite)	0.86	0.90	0.78
Texturometer: stickiness (2nd Bite)	0.37	0.40	0.25
Texturometer: balance (2nd Bite)	0.88	0.92	0.82

높은 점착성(0.92 kgf)을 보여 주었으며, 찰쌀의 균형도 (-H₁/H₁)는 (한국종: 0.46, 일본종: 0.42)로서, 멥쌀의 균형도(한국종: 0.27, 일본종: 0.32)에 비하여 높았으며 일본의 멥쌀이 한국의 멥쌀에 비하여 높은 균형도를 나타내었다. 여기에서도 균형도는 밥의 맛을 좌우하는데 중요한 지표로 알려져 있으며 한국종이나 일본종 모두 균형도가 높은 것으로 나타났다. 텐시프레셔와 텍스트로미터로부터 얻은 결과에서 (Table 3과 4), 일본산 멥쌀이 한국산 멥쌀에 비하여 높은 점착성과 균형도를 가지는 것으로 나타났다. 통계의 결과인 유의성 (p<0.05) 결과는 경도는 유의성이 있었으나, 점착성과 균형값은 양국간의 유의성이 없었는데, 이는 텐시 프레셔 결과와는 반대의 결과였다(Table 3과 4). 모든 찰쌀이 낮은 경도, 높은 점착성, 높은 균형도를 보여 주었다(Table 3과 4). 밥의 조직감을 나타내는 텐시프레셔의 1알 HCT의 결과는 일반적으로 많이 사용하는 텍스트로미터의 3알 방법의 두 번째 압착법의 결과와 매우 유사하다고 하였다 (Okabe M 1979). 또한 텐시프레셔 강도와 텍스트로미터의 강도와 매우 유사한 결과를 찰쌀에서만 보여 주었으나 (Ohtsubo et al 1998), 멥쌀이나 찰쌀이나 다 같이 좋은 양성의 상관 관계를 가짐을 보여 준 연구 결과(Okadome et al 1999, Uyen et al 2001)와는 달리 이

Table 6. Cooked rice data from Stake Taste Analyzer

Variety	Appearance	Hardness	Stickiness	Balance	Taste score
Korean White Rice					
1) Nampyung	4.1	7.5	4.4	4.2	55
2) Dongan	5.9	6.7	6.3	6.1	67
3) Daesan	5.2	6.9	5.2	5.3	61
4) Daean	3.9	7.6	4.2	4.0	53
5) Dongjin	5.9	6.5	5.7	5.9	66
6) Odae	5.5	6.8	5.5	5.5	63
7) Ilmi	5.9	6.6	5.8	5.9	66
8) Ilpoom	7.1	6.1	7.4	7.3	74
9) Choochung	6.0	6.5	6.0	6.1	67
10) Hwasung	4.8	7.0	4.2	4.6	57
11) Joonghwa	6.2	6.5	6.2	6.3	68
12) Samchun	4.8	7.3	5	4.8	59
13) Seohan	6.3	6.5	6.5	6.4	69
14) Daejin	5.0	7.1	5.2	5.1	61
15) Hwayoung	5.2	7.2	6.1	5.5	63
16) Kunnam	6.2	6.4	6.1	6.3	68
17) Sindongjin	6.9	6.2	7.2	7.1	73
18) Junam	7.6	5.9	7.9	7.8	77
19) Hoan	3.8	7.7	4.2	4.0	53
20) C-Yechun Hyunmi	5.8	6.7	5.7	5.8	65
21) C-Cheolwon Hyunmi	5.0	7.1	4.9	5.0	60
22) C-Jirisanhyunmi	4.8	7.1	4.8	4.8	59
Mean	5.5	6.8	5.7	5.6	63.8
SD	1.0	0.5	1.0	1.0	6.5
Max	7.6	7.7	7.9	7.8	77.0
Min	3.8	5.9	4.2	4.0	53.0
Korean Waxy Rice					
23) C-Yechun Chapsal	9.3	4.7	8.7	9.1	87
24) C-Jirisan Chapsal	8.5	5.4	7.1	8.0	79
25) Dongjin Chalbye	9.1	4.9	8.7	8.9	86
Mean	9.0	5.0	8.2	8.7	84
SD	0.4	0.4	0.9	0.6	4.4
C: Commercial products					
Japanese White Rice					
1) J. Mirenishiki	5.6	6.8	5.8	5.7	64
2) J. Soft 158	7.1	5.8	6.5	7.1	73
3) J. Koshihikari	7.8	5.7	7.7	7.9	78
4) J. Nihonmashari	5.2	6.9	5.0	5.2	61
5) J. Nipponbare	4.7	7.2	4.9	4.8	58
6) J. Dontokoi	7.8	5.8	7.8	7.9	78
7) J. Hinohikari	7.3	6.0	7.1	7.3	74
8) J. Kinuhikari	7.6	5.9	7.8	7.8	77
9) J. Hitohana	5.5	6.8	5.4	5.5	63
10) I. Koshikari	7.0	6.1	7.2	7.2	73
11) I. Yumehitachi	7.3	6.0	7.4	7.4	75
12) I. Kinuhakari	6.6	6.3	6.9	6.8	71
13) I. Milkyqueen	7.4	5.8	7.4	7.6	76
14) I. Akitkomachi	6.4	6.4	6.6	6.6	70
Mean	6.7	6.3	6.7	6.8	70
SD	1.0	0.5	1.0	1.1	6.6
Max.	7.8	7.2	7.8	7.9	78
Min.	4.7	5.7	4.9	4.8	58
Japanese Waxy Rice					
15) J. Hiyokumochi	9.5	4.5	9.1	9.4	89
<i>p</i> -value	0.0032	0.0022	0.0071	0.0034	0.0046

p-value is the probability of rejecting a null hypothesis with the observed value of a given test statistic.

연구에서는 좋은 상관 관계를 볼 수가 없었다.

4. 맛 점수(Taste score: Satake)

이 기기를 사용하여 얻은 결과는 Table 6과 같다. 일본산 멥쌀이 한국산 멥쌀에 비하여 더 높은 외관(appearance), 점착성(stickiness), 균형도(balance)와 맛 점수(taste score)를 나타내었으며 낮은 경도를 보여 주었으며, 유의성($p < 0.05$) 검사에서 각 항목 모두 한국산 멥쌀과 일본산 멥쌀 사이의 유의성이 있었다. 외관과 점착성에서 일본의 멥쌀이 한국의 멥쌀에 비하여 상당히 높은 평균값을 가지는 것을 알 수 있었으며 일본산 멥쌀 중 차세대 Koshihikari 와 차세대 Dontokoi가 78점으로 종합적으로 가장 높은 맛(Table 6)을 나타낸 반면 한국산의 멥쌀의 경우는 주남 종이 77점으로 가장 높은 맛 점수를 나타내었으며 일본의 경우 차세대 Nipponbare가 58점, 한국의 대안종이 가장 낮은 맛 스코어인 53점을 나타내었다.

요약 및 결론

이상의 결과에서 취반특성에서 수분 흡수는 일본 멥쌀이 한국 멥쌀에 비하여 높았으며, 팽창 부피는 매우 유사하였으며, 요오도 청색 값이 일본산 쌀이 한국산 쌀에 비하여 낮았는데 이는 아밀로오스 함량에 따른 결과와 잘 일치하였다.

호화 특성에서는 한국산 쌀과 일본산 쌀이 아밀로오스 함량에 따른 호화 특성에 잘 부합하였으며 전반적으로 한국의 멥쌀이 낮은 최대 점도, 높은 최종 점도, 일본산 멥쌀의 높은 붕괴점도 값, 낮은 setback 점도 등에 의하여 전반적으로 취반 후의 양호한 식감을 예상할 수 있었다.

텐시프레스와 텍스트로미터를 사용하여 취반 후의 물리적인 성질을 본 결과 경도에서의 차이는 크지 않았으나 점착성과 균형도에서 일본산 멥쌀이 양호한 취반 특성을 가지는 것으로 나타났으며, 맛 점수도 평균적으로 일본산 품종이 양호한 것으로 나타났다. 이는 전보와 연계하여 일본산 종들이 낮은 아밀로오스 함량, 높은 지방산 함량이 맛에 큰 영향을 미치는 것이라 사료된다.

문헌

- Batcher OM, Helmintoller KF, Dawson EH (1956) Development and application of methods for evaluating cooking and eating quality of rice. *Rice J* 59: 4-8.
- IRPS (1982) An international survey of methods used for evaluation of the cooking and eating quality qualities of milled rice. No 77.
- Chikubu S, Watanabe S, Sugimoto T, Sakai F, Taniguchi Y (1983) Relation between palatability evaluations of cooked rice and physicochemical properties of rice (Part 1). *Denpun Kagaku* 30: 333-341.
- Chikubu S, Watanabe S, Sugimoto T, Manabe N, Sakai F, Taniguchi Y (1985) Relation between palatability evaluations of cooked rice and physicochemical properties of rice (Part 2). *Denpun Kagaku* 32: 51-60.
- Fuwa H, Asaka M, Shintani H, Shigematsu T, Oshiba M, Iouchi N (1994) Properties of endosperm starch of new types of rice grains. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 41: 413-418.
- Juliano BO (1981) Physical and mechanical properties of rice. in *Rice Chemistry and Technology*. ed. BO Juliano, AACC, USA, 207-231.
- Juliano BO (1985) Criteria and tests for rice grain qualities. in *Rice Chemistry and Technology*. ed. BO Juliano, AACC, USA, 443-524.
- Juliano BO (1998) Varietal impact on rice quality. *Cereal Foods World* 43: 207-222.
- Juliano BO, Villareal CP (1993) Grain quality evaluation of world rices. International Rice Research institute, Manila, Philippines, 205.
- Kang KJ, Kim K, Kim SK (1995) Structure of hot water soluble rice starch in relation to the structure of rice starch and texture of cooked rice. *Korean J Food Sci Technol* 27(5): 757-761.
- Kang KJ, Kim K, Kim SK, Murata A (1994) Relationship between molecular structure of amylose and texture of cooked rice of Korean rice. *J applied Glycosci* 41:35.
- Kim HI (2004) Comparison of Korean rice cultivars in terms of physicochemical properties. (I) The comparison of Korean and Japanese rice by NIR and Chemical Method. *J East Asian Soc Dietary Life* 14(2).
- Kim K, Kang KJ, Kim SK (1995) Relationship between hot water solubles of rice and texture of cooked rice. *Korean J Food Sci Technol* 23(4): 498-502.
- Ohtsubo K (1995) Quality control. In *Rice Post-harvest Technology*, The Food Agency, the Ministry of Agricultural, Forestry and Fisheries, Tokyo, Japan, 475-476.
- Ohtsubo K, Kobayashi, A Shimizu H (1993) Quality evaluation of rice in Japan. *J Agric Res Q* 27: 95-101.
- Ohtsubo K, Toyoshima H, Okadome H (1998) Quality assay of rice using traditional and novel tools. *Cereal Foods World* 43: 203-206.
- Okabe M (1979) Texture measurements of cooked rice and its

- relationship to the eating quality. *J Texture Stud* 10: 131-152.
- Okadome H (2002) Rice quality evaluation based on multiple physical properties measurements of individual cooked milled rice grains. Japan National Food Research Institute.
- Okadome H, Toyoshima H, Ohtsubo K (1996) Many-sided evaluation of physical properties of cooked rice grains with a single apparatus. *J Jpn Soc Food Sci Technol* 43: 1004-1011.
- Okadome H, Toyoshima H, Ohtsubo K (1999) Multiple measurements of physical properties of individual cooked rice grains with a single apparatus. *Cereal Chem* 76: 855-860.
- Okadome H, Toyoshima H, Shimizu N, Akinaga T, Ohtsubo K (2001) Chemometric formulas based on physical properties of single cooked milled rice grains for determination of amylose and protein contents. *J Food Sci* 67: 702-707.
- Rho ES, Ahn SY (1989) Texture of cooked rice and molecular weight distribution of rice amylose. *Korean J Food Sci Technol* 21(4): 486-491.
- Ross AS, Walker CE, Booth RI, Orth RA, Wrigley CW (1987) The RVA a new technique for the estimation of sprout damage. *Cereal Foods World* 32: 827-829.
- Tani T, Yoshikawa S, Sinijiro S, Horiuchi H, Endo I, Yanase H (1969) Physicochemical properties related to palatability evaluations of cooked rice. *Eiyo to Shokuryo* 22: 452-461.
- Toyoshima H, Okadome H, Ohtsubo K, Suto M, Horisue N, Inatsu O, Narizuka A, Aizaki M, Inouchi N, Fuwa H (1997) Cooperative test on the small scale rapid method for the gleatinization properties test for rice flours with a RVA. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogakukaishi* 44: 579-584.
- Tsuji S (1981) Texture measurement of cooked rice kernels using the multiple-point measurement method. *J Texture Stud* 12: 93-105.
- Uyen TT, Okadome H, Murata M, Homma S, Ohtsubo K (2001) Comparison of Vietnamese and Japanese rice cultivars in terms of physicochemical properties. *Food Sci Technol Res* 7: 323-330.
- Walker CE, Ross AS, Wrigley CW, McMaster GJ (1988) Accelerated characteristics of starch past viscosity and set-back with the RVA. *Cereal Foods World* 33: 491-494.
(2004년 2월 24일 접수; 2004년 4월 1일 채택)