

## 가공밥 제조를 위한 밥의 식미 및 식감특성 평가

심은영 · 박혜영 · 김미정\* · 이춘기 · 전용희 · 오세관 · 원용재 · 이정희 · 안억근 · \*우관식

농촌진흥청 국립식량과학원 중부작물부, \*농촌진흥청 연구운영과

### Studies on the Palatability and Texture of Korean Rice Cultivars for the Cooked-rice Processing

Eun-Yeong Sim, Hye Young Park, Mi-Jung Kim\*, Choon-Ki Lee, Yong Hee Jeon, Sea Kwan Oh,

Yong Jae Won, Jeong Heui Lee, Eok Keun Ahn and †Koan Sik Woo

Dept. of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Suwon 16429, Korea

\*Research Policy Bureau, Rural Development Administration, Jeonju 54875, Korea

#### Abstract

Palatability and texture analysis of nine Korean rice cultivars were investigated to select the most appropriate rice variety for the cooked-rice processing. The rice cultivars studied consisted of Samkwang, Seonpum, Wolbaek, Andabyeo, Dasan-1, Ilpum, Haiami, Jungsanggold and Chindle. They revealed the moisture, protein, amylose and starch contents of 10~12, 5~6, 12~19, and approximately 90%, respectively. Among the evaluated rice varieties, WB exhibited the lowest amylose content (12.7%) and Jungsanggold the next (17.2%). In the rapid-visco analyzer test, Jungsanggold, Chindle, Wolbaek and Seonpum revealed a low value of final and setback viscosities than other varieties. Using a toyo meter analyzer, Chindle, Haiami, Samkwang were selected as having high toyo palatability values, while Dasan-1, Wolbaek and Andabyeo revealed low values. Toughness and adhesiveness of all nine cooked rice varieties were highest in Jungsanggold, Chindle and Ilpum. Also, palatability of cooked rice was highest in the following order: Chindle (80.03) > Samkwang (76.21) > Jungsanggold (74.08). The results of this study suggest that Chindle may be effectively used to produce processed cooked rice.

Key words: rice, processed cooked rice, palatability, texture analysis, amylose, protein

#### 서 론

국민의 소득수준 향상, 핵가족화, 1인 가구 증가, 고령화, 여성 사회참여 증가에 따른 생활양식의 변화는 한국 쌀 소비를 감소시키는 중요요인으로 작용하면서 국내 쌀 생산정책 방향에 큰 영향을 주고 있다. 식용 쌀 소비는 밥쌀용, 가공용 쌀(떡류 중심) 및 가정대체식품(HMR; home meal replacement) 이 주를 이루고 있으며, 가정대체식품 중 즉석밥 시장의 인기는 앞으로도 더욱 높아질 전망이다(Kim YW 2017). 가정간편식 시장은 매년 50% 가량 성장률을 보이며 가파르게 성장하고 있으며, 즉석밥 시장은 2016년 기준 2,000억 원 규모

(aTFIS 2015)이다. 2016년도 쌀 생산량은 419만 7천 톤(KO-SIS 2016)으로 평년 대비 유사한 수준이었지만, 간편식 시장용 쌀 소비량 등 일부를 제외하고 전체적으로 국내 쌀이 매년 줄고 있는 상황이다. 2006년 78.8 kg이던 1인당 쌀 소비량은 2016년 61.9 kg으로 10년 사이 20% 이상 감소하였다(KOSIS 2016). 더욱이 쌀 의무수입물량(Tariff rate quotas; TRQ)은 양곡정책에 적지 않은 영향을 주고 있는 상황이나, 2015년 쌀시장 전면 개방 후에도 41만 톤에 달하는 의무수입물량은 지속적으로 유지될 전망이다. 최근 쌀 재고량의 증가에도 불구하고, 농업경제에서 쌀이 차지하는 비중 등을 고려할 때 쌀 생산량의 급감은 쉽지 않은 실정이다.

\* Corresponding author: Koan Sik Woo, Dept. of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Suwon 16429, Korea. Tel: +82-31-695-0616, Fax: +82-31-695-4085, E-mail: wooks@korea.kr

이러한 대내외적인 환경에서 우리 쌀의 소비확대와 경쟁력을 높이기 위해서는 쌀의 용도 다양화와 각 용도별로 쌀의 품질에 관여하는 요인을 명확하게 파악하여 각 가공제품별 용도에 적합한 품종, 가공 및 취반방법, 해동·가열 등 조리 방법의 연구가 필요하다. 최근 가공밥의 수요증대로 무균처리밥, 통조림밥, 레토르트밥, 냉장밥 및 냉동밥 등 간편하고 다양한 제품이 개발되고 있으나, 아직 각 제품에 맞는 최적 쌀의 품종 선정이나 각각의 품종 특성에 맞는 가공밥의 개발 연구는 미흡한 실정이다.

일반적으로 취반 품질은 쌀의 단백질 함량(Juliano BO 1985), 아밀로오스 함량, 완전립 비율, 품종 순도 등에 따라 결정되는데, 쌀의 단백질 함량이 낮고, 완전립 비율과 품종 순도가 높을수록 식감이 우수하다고 알려져 있다(Choi 등 1997; Horino T 1990; Hsu & Song 1988; Juliano BO 1979). 이러한 가공밥 관련한 취반품질 연구로 냉동 볶음밥 제조를 위한 품종별 쌀의 특성(Youn & Kim 2014), 취반 및 해동방법에 따른 쌀밥의 이화학적 특성(Ha & Lee 2005), 무균포장밥의 Microwave reheating 후의 품질 특성에 관한 연구(Kum 등 1996), 냉장저장 형태의 편이식 취반미의 품질(Cho 등 2014), 무균포장밥 가공 적합 품종의 품질특성(Oh 등 2010) 등이 보고되고 있다.

우리나라에서 현재 개발된 쌀 품종은 밥쌀용 쌀, 가공용 쌀, 기능성 쌀 등 260여 종으로 본 연구에서는 일반 밥쌀용 멥쌀(아밀로오스 함량 18~20%)인 삼광, 선품, 일품, 하이아미, 중생골드, 친들 및 다수확 통일계인 안다며, 다산1호, 반찰성인 월백(아밀로오스 함량 12%) 등 9 품종을 대상으로 하여 단백질, 아밀로오스, 수분함량 등을 조사하고, 취반 품질 특성인 식감, 취반식미, 토요 윤기치 등을 분석하여 가공밥으로의 적용 및 취반미에 대한 표준화를 위한 기초자료로 제공하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 재료

본 연구에 사용된 시험재료는 삼광(*Oryza sativa* cv. Samkwang, SK), 선품(cv. Seonpum, SP), 월백(cv. Wolbaek, WB), 다산1호(cv. Dasan1ho, DS1), 안다(cv. Andabyeo, AD), 일품(cv. Ilpum, IP), 하이아미(cv. Haiami, HA), 중생골드(cv. Jungsang-gold, JG), 친들(cv. Chindle, CD) 등 9종으로 2015년 국립식량과학원 시험포장(수원 소재)에서 생산하였다. 쌀은 현미기(Model SY88-TH, Ssangyoung Ltd., Incheon, Korea)로 제현 후 수평형 원통마찰식 정미기(Model MC-250, Wakayama Co. Lt, Wakayama, Japan)로 도정률 90.4%로 도정하였다. 도정 후 소형 완전미 일괄 생산시험시스템(Model SY2000, Ssangyoung

Ltd.)의 색채선별기와 입형선별기를 사용하여 선별하였으며, 이들 일부는 분쇄하여 저온저장고(4±1℃)에 보관하면서 분석에 이용하였다.

### 2. 쌀의 수분함량, 수분 흡수율 및 쌀가루의 수분결합력, 용해도, 팽윤력 분석

수분함량은 cyclone mill(TM06C, Satake, Tokyo, Japan)을 이용하여 분쇄한 쌀가루를 100 mesh를 통과시킨 것을 시료로 하여 105℃에서 상압건조법으로 측정하였다. 수분흡수율은 쌀 시료 2 g에 증류수 6 mL를 가하고, 60분 동안 수침상태를 유지한 후 물을 제거하고, 표면수를 제거 후 칭량하여 다음 식으로 계산하였다(Choi 등 2012). 온도에 대한 영향을 배제하고자 수침수의 온도와 수침은 25℃를 유지하여 수행하였다.

$$\text{수분흡수율(\%)} = \frac{\text{수침 후 쌀의 무게} - \text{처음 시료 무게}}{\text{처음 시료 무게}} \times 100$$

수분결합력은 Medcalf & Gilles (1965)의 방법을 변형하여 측정하였는데, 쌀가루 시료 1 g에 증류수 20 mL를 혼합하여 25℃에서 1시간 교반 후 2,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 상등액을 제거한 다음 침전물의 무게를 측정하여 다음 식으로 계산하였다.

$$\text{수분결합력(\%)} = \frac{\text{침전물의 무게} - \text{처음 시료무게}}{\text{처음 시료무게}} \times 100$$

용해도와 팽윤력은 Schoch(1964)의 방법을 변형하여 측정하였는데, 쌀가루 시료 0.5 g을 30 mL의 증류수에 분산시켜 90±1℃의 항온수조에 30분간 반응시키고, 3,000 rpm으로 20분간 원심분리하였다. 분리된 상등액을 105℃에서 12시간 건조시켜 무게를 측정하고, 아래의 식에 의하여 용해도와 팽윤력을 계산하였다.

$$\text{용해도(Solubility, \%)} = \frac{\text{상등액을 건조한 고형물의 무게}}{\text{처음 시료 무게}} \times 100$$

$$\text{팽윤력(Swellingpower, \%)} = \frac{\text{원심분리 후 침전 무게}}{\text{처음 시료 무게} \times (100 - \text{용해도})} \times 100$$

### 3. 총 전분 및 아밀로오스 함량 비교

총 전분 함량은 megazyme kit(Megazyme, Wicklow, Ireland)를 사용하여 분석하였다. 시료 100 mg을 thermostable α-amylase와 amyloglucosidase로 분해한 다음 GOPOD(glucose oxidase/peroxidase)로 발색하여 510 nm에서 흡광도를 측정하고, 다음과 같은 식에 의하여 계산하였다. 아밀로오스 함량은 Juliano BO(1985)의 비색정량법에 따라 3회 반복으로 측정하였다. 0.1 g의 쌀가루에 1 mL의 에탄올과 9 mL의 1 N NaOH

를 가하고, 진탕항온수조에서 10분간 호화시킨 후 증류수를 이용하여 100 mL로 정용하였다. 그 중 5 mL를 취하여 acetic acid 1 mL와 2% I<sub>2</sub>-KI(iodine solution) 2 mL를 가한 후 증류수를 이용하여 100 mL로 맞춘 다음 20분 요오드 정색반응 후 620 nm의 파장에서 흡광도를 측정하여 계산하였다.

총 전분 함량(Totalstarch,%)

$$= \text{흡광도} \times \frac{100}{100 \text{ mg 글루코오스 흡광도}} \times \frac{1}{\text{시료의 무게 (mg)}} \times 90$$

#### 4. RVA(호화점도) 분석

쌀가루의 아밀로그래프 특성 분석은 Rapid visco analyzer (RVA-4, Newport scientific, Warriewood, NSW, Australia)를 이용하여 분석하였다(Kim 등 2012). 50°C에서 24시간 건조시킨 쌀가루 3 g에 25 mL 증류수로 분산시켜 50°C에서 1분간 유지시킨 다음, 50°C에서 95°C까지 3.48분 동안 상승시키고, 95°C에서 2.05분간 유지시켰다. 그 후 다시 3.48분 동안에 50°C로 냉각시키면서 RVA viscogram으로부터 최고점도(peak viscosity), 최저점도(trough viscosity), 최종점도(final viscosity), 강하점도(breakdown) 및 치반점도(setback) 등의 점도특성을 조사하였다.

#### 5. Toyo 윤기치 비교

Toyo value는 palatability 분석으로 밥의 윤기치를 간이로 측정하는 방법이다. 백미 33 g을 80°C 물에서 10분 동안 취반한 후, 상온에서 3분 동안 뜸을 들였다. 그 후 밥의 표면에 생기는 윤기의 막 두께를 측정하여 수치로 표시하는 Toyo mido meter(MA-90B, Toyo Engineering Corp., Tokyo, Japan)를 이용하여 3회 반복 윤기치를 정하였다(Chun 등 2007).

#### 6. 단백질 분석 및 식감특성 검증

쌀의 조단백질은 Micro Kjeldahl법에 따라 Foss digester 2020와 자동분석장치(Foss Kjeltac 2400, Foss Tecator, Huddinge, Sweden)로 정량하였다. 식감은 사람이 밥을 먹을 때 느끼는 감각으로 저작감을 기계적으로 묘사하여 측정하기 위해 만든 텐시프레서(My Boy II System, Taketomo Electric Inc., Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다(Naito & Ogawa 1998). 품종별 식감측정을 위한 취반 방법은 다음과 같다. 백미 30 g을 스테인레스 컵(직경 4 cm, 높이 8 cm)에 넣고 가볍게 저어주면서 물로 2회 수세한 후 4시간 동안 침지하였다. 침지된 시료를 자체 제작한 다점취반기(multisample rice cooker)에 넣고 강한 불로 10분 동안 열을 가한 다음, 중간불로 10분, 약한 불로 10분 정도 더 뜸을 들인 다음 상온이 될 때까지 방치한 시료를 식감측정의 시료로 사용하였다. 취반한 밥을 10 g씩 무작위로 칭량하여 시료컵에 압축성형하고, 2분 동

안 정치시킨 다음 puncture probe(25 mm<sup>2</sup> 면적)가 설치된 텐시프레서에 장착하여 20 kgw의 하중으로 first bite 25%, second bite 90%의 압력으로 5회 반복 측정하였다. 조사항목은 밥의 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄력성(toughness) 및 점착성(stickiness)를 측정하였다.

#### 7. 취반식미 특성 검증

밥의 식미특성을 분석하기 위하여 품종별로 밥을 제조한 후 취반식미계(Cooked rice taste analyzer, SATA1B, Satake, Co., Tokyo, Japan)을 사용하여 기계적 취반식미 특성을 측정하였다. 시료 10 g을 미반용 접시에 넣은 후 랩으로 표면을 덮고 3초 동안 일정한 압력을 가한 후 2분 동안 실내에 방치한 후, 측정하기 직전에 일정한 힘으로 1초 동안 압력을 가한 다음 랩을 제거하고, 6회 반복하여 외관(appearance), 점도(viscosity), 밸런스(balance), 식미치(palatability)를 측정하였다.

#### 8. 통계분석

본 실험결과는 SPSS package(version 16.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 다범위검정(Duncan's multiple range test)을 통하여  $p < 0.05$  수준에서 유의성 있는 그룹 간의 차이를 검정하였으며, 상관관계는 Pearson의 상관계수로 나타내었다.

## 결과 및 고찰

### 1. 쌀의 수분함량, 수분 흡수율 및 쌀가루의 수분결합력 · 용해도 · 팽윤력

품종에 따른 쌀의 수분관련 특성으로 수분함량, 수분흡수율, 수분결합력, 용해도 및 팽윤력을 측정한 결과는 Table 1과 같다. 원료곡 품종에 따른 수분함량은 12.23~14.27%의 범위를 보였다. 수분흡수율은 선행연구(상온에서 쌀을 물에 침지하여 시간대별로 흡수율을 측정했을 때 60분 전후로 완만한 수분흡수 상태에 도달)를 바탕으로 수침시간을 60분대에서 측정하였다. 월백(반찰성)이 25%로 가장 높았고, 하이아미(일반뽕쌀)가 19.62%로 가장 낮았으며, 하이아미는 포화수분 흡수에 도달하기까지 긴 시간이 필요할 것으로 예상되었다. 쌀의 수분흡수율은 품종, 도정정도, 저장환경 및 손상전분과도 연관이 있을 것으로 생각되며, 전분입자에서는 주로 무정형 부분에 흡수되어 가공성에 영향을 미칠 것으로 생각된다. 수분결합력은 쌀가루가 수분을 보유하는 능력(Konik-rose 등 2001)으로 품종들 중 친들이 201.01%로 가장 높았고, 일품, 하이아미, 중생골드, 안다벼, 선품은 각각 192.12, 192.41, 191.38, 191.30 및 190.56%로 중간수준을 나타내었고, 월백, 삼광, 다산1호는 각각 172.30, 169.22 및 168.14%로 낮았다.

**Table 1. Water absorption, water binding capacity, solubility and swelling power by various cultivars**

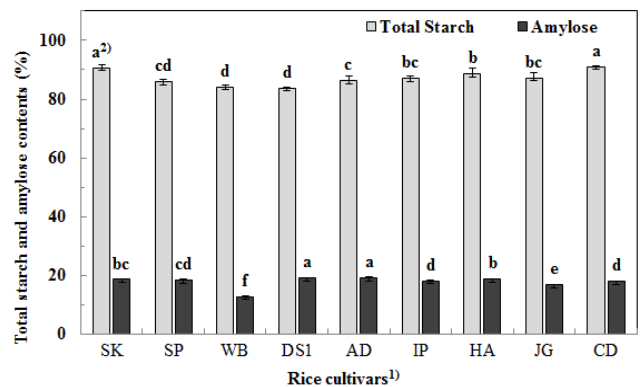
Cultivar	Moisture (%)	Water absorption (%)	Water binding capacity (%)	Solubility (%)	Swelling power (%)
Samkwang	13.03±0.06 <sup>b</sup>	22.15±1.75 <sup>bcd</sup>	169.22±2.16 <sup>c</sup>	5.58±0.04 <sup>de</sup>	8.43±0.18 <sup>bc</sup>
Seonpum	12.23±0.15 <sup>d</sup>	22.87±1.13 <sup>bc</sup>	190.56±2.66 <sup>b</sup>	6.98±0.29 <sup>a</sup>	9.76±0.25 <sup>a</sup>
Wolbaek	13.40±0.20 <sup>b</sup>	25.32±0.33 <sup>a</sup>	172.30±3.16 <sup>c</sup>	6.43±1.01 <sup>abc</sup>	9.78±0.56 <sup>a</sup>
Dasan1ho	12.93±0.06 <sup>c</sup>	23.78±1.59 <sup>ab</sup>	168.14±3.32 <sup>c</sup>	4.99±0.25 <sup>e</sup>	8.49±0.28 <sup>bc</sup>
Andabyeo	12.93±0.06 <sup>c</sup>	20.87±2.01 <sup>cde</sup>	191.30±0.75 <sup>b</sup>	6.25±0.24 <sup>bcd</sup>	9.45±0.25 <sup>a</sup>
Ilpum	13.27±0.12 <sup>b</sup>	20.02±0.75 <sup>de</sup>	192.12±1.18 <sup>b</sup>	5.76±0.07 <sup>cd</sup>	8.19±0.11 <sup>c</sup>
Haiami	14.27±0.06 <sup>a</sup>	19.62±0.83 <sup>e</sup>	192.41±4.41 <sup>b</sup>	5.78±0.02 <sup>cd</sup>	8.51±0.13 <sup>bc</sup>
Jungsanggold	12.90±0.00 <sup>c</sup>	21.25±1.34 <sup>cde</sup>	191.38±2.49 <sup>b</sup>	5.56±0.19 <sup>de</sup>	9.35±0.24 <sup>a</sup>
Chindle	13.11±0.53 <sup>c</sup>	21.65±0.44 <sup>bcd</sup>	201.01±6.60 <sup>a</sup>	6.51±0.24 <sup>ab</sup>	9.21±1.06 <sup>ab</sup>

Values are means±standard deviations (n=3). Mean with same letter in row are not significantly different ( $p<0.05$ ).

용해도는 쌀가루로부터 용해된 용질의 양으로 탁도나 점도에 영향을 주어 질감과 식미에 영향을 주는 인자(Kim 등 2012)로서 선품과 친들이 6.98, 6.51%로 높은 쪽이었고, 다산1호가 4.99%로 가장 낮았다. 팽윤력은 고체에 액체를 흡입시켜 늘어난 중량으로 본 실험에서는 9.78~8.19%의 범위를 나타냈으며, 팽윤력은 수분흡수율, 수분결합력 및 용해도 등과 같이 수화관련 중요한 지표로 값이 클수록 탈수과정에서 물리화학적 변화가 적고, 건조과정에서도 손상이 적은 것으로 보고되었다(Sima 등 2000; Femenia 등 2003).

## 2. 품종에 따른 아밀로오스 및 총 전분 함량 비교

전분은 쌀을 구성하는 주성분으로 아밀로펙틴과 아밀로오스로 구성되어 있다. 9품종 쌀의 총 전분 함량은 Fig. 1과 같이 90% 내외를 나타냈으며, 친들과 삼광이 각각 91.11 및 90.72%로 높은 편이었고, 월백과 다산1호가 각각 83.82 및 84.09%로 낮은 편이었으며, 나머지는 85.85(안다버)~88.54(하이아미)의 범위를 나타내었다. 쌀로 밥을 지을 때나 가공식품을 제조할 때 맛이나 조리, 가공 상의 특성에 영향을 미치는 요인으로 전분(전분의 소화온도, 아밀로오스 함량), 단백질, 지방 등이 관여하는데, 그 중 아밀로오스 함량은 쌀의 조리특성과 밥의 조직감, 광택 등 식미를 결정하는 중요한 요인으로 알려져 있다(Hsu & Song 1988; Juliano BO 1979; Juliano BO 1985). 품종별 아밀로오스 함량은 Fig. 1에서 보는 바와 같이, 반찰인 월백이 12.74%로 가장 낮았고, 밥쌀용(일반쌀) 품종 중에서는 중생골드가 17.2%로 낮았으며, 나머지는 18~20%의 범위를 나타내었다. 아밀로오스 함량이 높은 쌀은 취반 후 밥이 부슬부슬하고 윤기와 찰기가 없으며, 아밀로오스 함량이 낮을수록 최적 가수율이 감소하고, 호화가 쉽고, 밥



**Fig. 1. Amylose and total starch Content in different rice cultivars.** Each value is mean±standard deviation (n=3). Bars with different letters indicate significant difference using Duncan's multiple range test. SK: *Oryza sativa* cv. Samkwang, SP: cv. Seonpum), WB: cv. Wolbaek, DS1 : cv. Dasan1ho, AD: cv. Andabyeo, IP: cv. Ilpum, HA: cv. Haiami, JG: cv. Jungsanggold, CD: cv. Chindle.

이 식어도 윤기와 찰기를 유지한다고 하였다(Maningat & Juliano 1980). 아밀로오스 함량별 용도에 대한 연구는 국수, 빵 등의 가공용이 대부분이었고(Park 등 2016), 아밀로오스의 함량에 따른 가공밥 연구는 아직 부족하며, 이에 따라 추가적인 연구가 필요한 상황이다.

## 3. RVA(호화점도) 분석

9개 품종의 호화특성을 신속점도 분석기(RVA)를 이용하여 분석한 결과는 Table 2와 같이 나타났습니다. 전분을 충분한 물과 함께 호화 온도 이상으로 가열하면 전분입자는 물을 흡

Table 2. RVA pasting viscosities for different rice cultivars

Cultivar	Viscosity (RVU)				
	Peak	Trough	Breakdown	Final	Setback
Samkwang	195.36±5.64 <sup>de</sup>	123.86±7.72 <sup>abc</sup>	71.50±2.08 <sup>b</sup>	218.14±6.3 <sup>b</sup>	22.78±1.02 <sup>a</sup>
Seonpum	251.20±8.38 <sup>a</sup>	119.78±5.54 <sup>bc</sup>	131.42±2.89 <sup>b</sup>	211.53±3.34 <sup>c</sup>	-39.67±5.16 <sup>f</sup>
Wolbaek	242.00±0.58 <sup>b</sup>	97.39±0.38 <sup>c</sup>	144.61±0.49 <sup>a</sup>	152.06±0.59 <sup>g</sup>	-89.94±0.63 <sup>g</sup>
Dasanlho	254.47±8.45 <sup>a</sup>	130.44±7.41 <sup>a</sup>	124.03±1.66 <sup>c</sup>	238.58±4.91 <sup>a</sup>	-15.89±3.61 <sup>d</sup>
Andabyeo	237.20±2.26 <sup>bc</sup>	126.47±1.20 <sup>ab</sup>	110.72±1.08 <sup>d</sup>	237.22±1.21 <sup>a</sup>	0.03±1.39 <sup>b</sup>
Ilpum	202.44±1.62 <sup>d</sup>	106.78±1.40 <sup>d</sup>	95.67±0.44 <sup>f</sup>	197.06±1.80 <sup>d</sup>	-5.39±1.50 <sup>c</sup>
Haiami	193.67±1.25 <sup>c</sup>	101.28±0.61 <sup>de</sup>	92.39±0.82 <sup>g</sup>	191.03±1.35 <sup>c</sup>	-2.64±0.95 <sup>bc</sup>
Jungsanggold	229.39±2.73 <sup>c</sup>	117.64±0.92 <sup>c</sup>	111.75±1.82 <sup>d</sup>	207.05±0.08 <sup>c</sup>	-21.89±2.75 <sup>c</sup>
Chindle	182.75±0.54 <sup>f</sup>	83.36±0.78 <sup>f</sup>	99.39±0.54 <sup>c</sup>	160.66±0.14 <sup>f</sup>	-22.08±0.55 <sup>c</sup>

Each value is mean±standard deviation (n=3). Bars with different letters indicate significant differences using Duncan's multiple range test.

수하여 수습배, 팽윤하고 이로 인한 부피 증가로 점성도 증가하게 되는데(Lee 등 2004), 본 실험의 최고점도(peak viscosity)는 다산1호와 선품이 각각 254.47 및 251.20 RVU로 가장 높았고, 친들이 182.75 RVU로 가장 낮았다. 여기서 계속 가열하면 전분입자내의 amylose가 용출되고, 전분 입자는 결국 부서져 이로 인해 점성이 감소하게 되고, 최저점도에 이르는데 최저점도는 다산1호가 130.44 RVU로 가장 높았고, 친들이 83.36 RVU로 가장 낮았다. 또한 냉각 시 용출된 amylose 분자들 간의 엉킴은 망상구조를 형성하고 부서진 전분입자가 충전재 역할을 하여 망상구조 결합을 강화시키면서 점성이 증가하게 되는데(Lee 등 2004), 다산1호, 안다며, 삼광이 각각 238.58, 237.22 및 218.14 RVU로 가장 높은 값을 나타내었고, 월백(반찰)과 친들이 각각 152.06 및 160.66 RVU로 가장 낮은 값을 나타내었다. 최종점도는 냉각되는 단계에서 일어나는 과정 중 전분의 노화에 따라 증가하는데 아밀로오스 함량이 높을수록 전분분자들이 재결합 속도가 빨라 점도가 상대적으로 빨리 증가한다고 보고된 바가 있다(Juliano BO 1985). 강하점도(breakdown)는 호화 중의 열, 전단에 대한 저항을 나타내는 값으로서, 아밀로오스 함량과 부의 상관관계가 있다고 보고된 바 있는데(Rho & Ahn 1989), 월백이 148 RVU, 선품 131.42 RVU 순으로 높았고, 삼광이 71.5 RVU로 가장 낮은 값을 나타내었다. 또한 전분의 노화경향을 나타내는 치반점도(setback)에서 시험재료 중에서 월백이 -89.94 RVU, 선품이 -36.97 RVU로 노화가 느릴 것으로 예상되며, 삼광이 22.78 RVU로 노화가 가장 빨리 진행될 것으로 생각된다. 최종점도(final viscosity) 값을 기준으로 볼 때, 다산1호와 안다며가 취반 후 밥이 가장 단단해질 가능성이 있으며, 월백(반

찰), 친들, 하이아미 밥의 노화가 다른 품종들에 비하여 덜할 것으로 판단되었고, 치반점도(setback)와 최종점도(final viscosity)가 낮은 선품, 친들, 월백이 노화가 느린 특성을 필요로 하는 제품원료로 적합할 것으로 판단된다.

#### 4. 품종별 토요 윤기치 비교

밥 표면에 특수전자파를 주사하여 전자파의 반사율과 흡수율을 측정하여 보수막과 윤기를 기준으로 밥맛을 예측하는 toyo 윤기치 결과는 Fig. 2와 같이 61.2~82.4 범위로 분포하였다. 품종별로는 친들 82.4, 삼광 79.43, 하이아미 79.23, 선품과 일품이 78.33으로 높은 수치를 나타내었고, 다산1호 61.2,

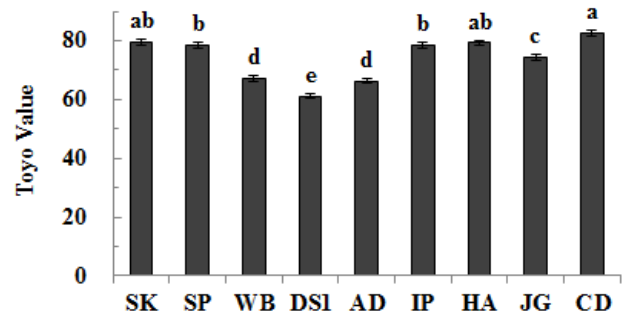


Fig. 2. Palatability characteristics (Toyo value for glossiness quality) for different rice cultivars. Each value is mean±standard deviation (n=3). Bars with different letters indicate significant differences using Duncan's multiple range test. SK: *Oryza sativa* cv. Samkwang, SP: cv. Seonpum), WB: cv. Wolbaek, DSI: cv. Dasanlho, AD: cv. Andabyeo, IP: cv. Ilpum, HA: cv. Haiami, JG: cv. Jungsanggold, CD: cv. Chindle.

안다벼 66.33, 월백이 67.23으로 낮은 수치를 보였다. 일반적으로 밥의 윤기는 취반 중 밥 내부에서 나오는 용출물이 밥알 표면에서 윤기있는 보수막을 형성하는데, 이 보수막 양이 밥의 기호성에 큰 영향을 끼친다는 보고가 있다(Kim & Joo 1990).

### 5. 품종별 단백질 함량 및 식감특성 비교

쌀 품종에 따른 단백질 함량을 분석한 결과 Table 3과 같이 품종간의 유의적인 차이가 나타났다. 친들, 삼광, 월백, 중생골드가 각각 5.34, 5.35, 5.44 및 5.50%로 9개 품종 중 낮은 함량을 나타내었고, 안다벼와 다산1호가 각각 6.91 및 6.77%, 그 외 품종들은 6.67~5.73%의 범위를 나타내었다. 일반적으로 쌀의 수분 함량과 단백질 함량은 밥맛을 결정하는 중요한 인자로 단백질 함량이 높으면 낮은 쌀에 비하여 더 단단하기 때문에 경도에 영향을 미친다고 알려져 있다(Juliano BO 1985). 쌀 단백질은 배아와 전분입자 사이에 조밀하게 protein body 형태로 전분입자 주위에 단백질 층을 형성하여 이들에 의한 전분의 팽윤억제로 인해 취반 후 밥의 점성과 탄성을 저하시키고, 이는 전분의 호화 특성에 직접적으로 영향을 주어 식감과 부의 상관관계를 가진다고 하였다(Juliano 등 1987). Toyo 윤기치와 결부해서 볼 때, 안다벼와 다산1호가 9개 품종 중 단백질 함량이 높은 특징을 보였고, toyo 윤기치가 낮은 경향을 나타내었다. 삼광, 하이아미, 일품 등은 상대적으로 낮은 단백질 함량을 보여 toyo 윤기치가 높은 경향을 보였다. 반찰성 품종인 월백은 단백질 함량이 비교적 낮아 toyo 윤기치 역시 낮은 경향을 나타냈다. 다수확 쌀 품종의 취반특성에서 단백질 함량을 측정된 결과, 한아름과 안다벼 품종이 단백질 함량이 높은 것으로 나타나, 밥맛의 점성 및 탄성에

영향을 주는 것으로 보고되기도 하였다(Park 등 2011). 본 연구에서는 9종의 쌀 품종 중 다수확 품종인 안다벼, 다산1호, 일품(일반멥쌀)이 단백질 함량이 높은 것으로 나타나 다른 품종에 비해 식미가 좋지 않은 요인으로 작용했을 수도 있다고 생각된다.

쌀 품종별 식감특성은 밥의 식감을 기계적으로 측정하는 Tensipresser로 분석한 결과, Table 3과 같이 9개 품종 중 선품, 중생골드, 친들이 높은 경도를 보였다. 월백, 다산1호, 하이아미가 각각 15.52, 26.99, 33.15로 낮은 값을 보여 다른 품종들에 비해 부드러운 질감을 나타낼 것이라 생각된다. 본 실험에서는 삼광, 안다, 일품벼의 경도는 서로 유사하였고, 통일형 중 안다벼는 일반 밥쌀용 수준을, 다산1호는 반찰인 월백을 제외하고 가장 부드러운 질감을 나타내었다. 경도(hardness)는 일반적으로 쌀의 단백질 함량이 높을수록 밥을 지었을 때 밥이 더 딱딱하게 느껴지고, 탄력성과 점성이 떨어지는 경향을 보이는 것으로 알려져 있으나(Choi 등 1997), 본 실험에서는 단백질 함량과 식감의 경도와 연관성이 나타나지 않았다. 이는 단일 품종내에서 단백질 함량과 식감의 경도가 정의 상관을 나타낼지라도 여러 품종 간의 비교에서는 품종 고유의 특성에 따라 호화·취반특성에 영향을 주기 때문에 경도나 식감이 단백질 함량이라는 단일요인이 아닌 품종고유의 특성인 취반특성, 호화특성, 물리적인 상태 등 여러 요인들이 복합적 작용으로 기인할 것으로 생각된다. 부착성(adhesiveness)은 중생골드, 선품, 친들이 각각 33.35, 33.01 및 32.44로 높았고, 월백과 다산1호가 각각 24.18, 25.49로 낮았다. 밥의 탄력성(toughness)은 씹는 작용 중 저항하는 힘으로 월백이 59.27로 가장 높았고, 일반멥쌀 중에서는 일품이 55.05로 가장 높았다. 다산1호는 22.34로 가장 낮은 탄력성을 나타낸 반

Table 3. Protein contents and texture properties of the different rice cultivars

Cultivars	Crude protein	Hardness	Adhesiveness	Toughness	Stickiness
Samkwang	5.35±0.06 <sup>c</sup>	36.05±1.97 <sup>bc</sup>	29.17±2.04 <sup>c</sup>	49.35±8.00 <sup>bc</sup>	52.45±8.82 <sup>bcd</sup>
Seonpum	5.73±0.02 <sup>d</sup>	43.79±7.25 <sup>a</sup>	33.01±3.95 <sup>ab</sup>	46.42±7.68 <sup>c</sup>	49.79±7.94 <sup>cde</sup>
Wolbaek	5.44±0.03 <sup>e</sup>	15.52±4.46 <sup>e</sup>	24.18±1.94 <sup>d</sup>	59.27±4.41 <sup>a</sup>	65.14±10.60 <sup>a</sup>
Dasan1ho	6.77±0.05 <sup>ab</sup>	26.99±3.54 <sup>d</sup>	25.49±2.58 <sup>d</sup>	22.34±5.27 <sup>d</sup>	37.85±5.41 <sup>f</sup>
Andabyeo	6.91±0.17 <sup>a</sup>	38.59±4.54 <sup>b</sup>	30.61±2.59 <sup>bc</sup>	48.83±8.19 <sup>bc</sup>	47.69±7.62 <sup>de</sup>
Ilpum	6.67±0.15 <sup>b</sup>	35.94±3.40 <sup>bc</sup>	30.49±1.95 <sup>bc</sup>	55.05±7.28 <sup>ab</sup>	59.65±8.48 <sup>ab</sup>
Haiami	6.10±0.05 <sup>c</sup>	33.15±5.14 <sup>c</sup>	30.33±2.16 <sup>bc</sup>	46.08±7.37 <sup>c</sup>	47.24±4.95 <sup>e</sup>
Jungsganggold	5.50±0.04 <sup>e</sup>	45.53±5.00 <sup>a</sup>	33.35±2.01 <sup>a</sup>	49.12±9.12 <sup>bc</sup>	56.81±6.85 <sup>bc</sup>
Chindle	5.34±0.13 <sup>e</sup>	43.99±5.70 <sup>a</sup>	32.44±2.66 <sup>ab</sup>	47.40±5.74 <sup>bc</sup>	55.69±4.37 <sup>bcd</sup>

Values are means±standard deviations. Different letters in the same column are significantly different (by ANOVA and Duncan's test,  $p<0.05$ ). Mean with same letter in row are not significantly different ( $p<0.05$ ).

면, 같은 다수확 통일형 품종이지만 안다벼는 48.83으로 다른 밥쌀용(뽕쌀)들과 유사한 탄력성을 나타냈다. 찰기(stickiness)는 반찰인 월백이 65.14로 가장 높았고, 안다벼와 하이아미는 각각 47.69, 47.27로 유사한 값을 나타내었으며, 다산1호가 37.85로 가장 낮은 값을 나타내었다. 식미 판정 시 탄력성(toughness)이 높고 씹힘성(chewiness)이 크면 기호도가 높을 것이라 하였는데(Lee & Park 1982), 중생골드, 친들, 일품이 탄력성(toughness)이 높으면서 부착성(adhesiveness)이 컸고, 일품, 하이아미는 경도(hardness)가 낮으면서 부착성(adhesiveness)과 찰기(stickiness)가 높았다.

## 6. 취반식미 특성

쌀 품종에 따른 취반식미는 Satake의 취반식미계를 이용하여 분석하였는데, Table 4와 같다. 친들, 중생골드, 삼광은 모든 항목에서 높은 값을 나타내었고, 다산1호는 가장 낮은 값을 나타내었다. 외관(appearance)은 친들, 삼광, 중생골드가 각각 7.95, 7.31, 7.31이었고, 일품과 선품이 7.08 및 7.08로 좋았으며, 다산1호가 4.62로 가장 좋지 않았다. 월백은 7.04로 선품, 일품과 유사하게 좋은 외관을 보였다. 점도(viscosity)는 친들이 8.65로 가장 높은 값을 나타내었고, 삼광, 중생골드도 7.98, 7.95로 높은 값을 보였으며, 월백(반찰성)이 7.43, 다산1호가 4.38로 가장 낮은 값을 나타내었다. 밸런스(balance)는 점도(viscosity)와 유사한 패턴을 보였으며, 식미치는 친들(80.03)>삼광(76.21)>중생골드(74.08) 순으로 나타났다. 또한, 다산1호(54.78)가 가장 나빴고 안다벼(62.75), 하이아미(69.99)도 기계적으로 좋지 않은 식미를 나타냈다. 본 연구에서는 식미검정기에 의한 결과만으로 쌀 품종별 취반식미를 평가하였으나, 보다 정확한 취반품질평가를 위해서는 식미검정기의 분석결과와 식미 관능평가 결과를 함께 고려하여 가공

밥으로 적합 품종 선정을 위한 정밀도를 향상시킬 필요가 있을 것으로 생각된다.

## 7. 취반 품질 관련 인자의 상관관계 분석

본 연구에서 고려된 밥의 품질 관련 인자들간의 관계를 알아보기 위해 상관관계를 분석하였다(Table 5). 단백질 함량은 식미치와 부의 상관( $R=-0.761, p<0.01$ )을 나타내었다. 아밀로오스는 치반점도( $R=0.849, p<0.01$ ) 및 최종점도와의 정의 상관( $R=0.695, p<0.01$ )을 나타내었고, 점착성과는 부의 상관관계( $R=-0.712, p<0.01$ )를 나타내었다. 총 전분은 toyo식미치( $R=0.736, p<0.01$ ), 식미치( $R=0.636, p<0.01$ )와는 정의 상관관계를 나타내었고, 최고점도( $R=-0.826, p<0.01$ )와 부의 상관을 나타내었다. 수분결합력은 경도( $R=0.742, p<0.01$ ), 부착성( $R=0.778, p<0.01$ )과 정의상관을 나타내었으며, toyo 식미치는 식미치( $R=0.858, p<0.01$ ) 및 경도( $R=0.694, p<0.01$ )와 정의 상관을, 최고점도와 부의 상관( $R=-0.741, p<0.01$ )을 나타내었다. 경도는 부착성( $R=0.887, p<0.01$ ) 및 식미치( $R=0.754, p<0.01$ )와 정의 상관을 보였고, 점탄성은 점착성( $R=0.837, p<0.01$ ), 식미치( $R=0.679, p<0.01$ )와 정의 상관을 나타내었다. 점착성은 최종점도( $R=-0.687, p<0.01$ )와 부의 상관을 보였고, 최저점도는 최종점도( $R=0.927, p<0.01$ )와 강한 정의 상관을 나타내었다.

## 요 약

본 연구는 가공밥용으로 적합한 품종을 선정하기 위하여 국립식량과학원에서 육성한 9개 쌀 품종의 단백질 함량, 수분관련 특성, 아밀로오스 함량, 호화점도 특성 분석 및 취반 식미, toyo 윤기치, 식감 특성을 분석하였다. 쌀가루의 용해도

Table 4. Palatability characteristics of cooked rice

Cultivars	Appearance	Viscosity	Balance	Palatability
Samkwang	7.31±0.18 <sup>b</sup>	7.98±0.24 <sup>b</sup>	7.34±0.22 <sup>bc</sup>	76.21±1.86 <sup>bc</sup>
Seonpum	7.08±0.17 <sup>bc</sup>	7.62±0.21 <sup>cd</sup>	7.04±0.22 <sup>cd</sup>	74.72±1.30 <sup>cd</sup>
Wolbaek	7.04±0.12 <sup>bc</sup>	7.43±0.18 <sup>d</sup>	7.16±0.15 <sup>bcd</sup>	70.51±1.06 <sup>bcd</sup>
Dasan1ho	4.62±0.17 <sup>e</sup>	4.38±0.23 <sup>f</sup>	3.95±0.23 <sup>f</sup>	54.78±1.20 <sup>f</sup>
Andabyeo	5.81±0.12 <sup>d</sup>	6.08±0.10 <sup>e</sup>	5.52±0.13 <sup>e</sup>	62.75±1.16 <sup>e</sup>
Ilpum	7.08±0.14 <sup>bc</sup>	7.62±0.16 <sup>cd</sup>	7.13±0.18 <sup>bcd</sup>	72.73±1.04 <sup>bcd</sup>
Haiami	6.85±0.05 <sup>e</sup>	7.44±0.08 <sup>d</sup>	6.89±0.05 <sup>d</sup>	69.99±0.95 <sup>d</sup>
Jungsanggold	7.31±0.21 <sup>b</sup>	7.95±0.29 <sup>bc</sup>	7.45±0.27 <sup>b</sup>	74.08±1.58 <sup>b</sup>
Chindle	7.95±0.12 <sup>a</sup>	8.65±0.05 <sup>a</sup>	8.21±0.16 <sup>a</sup>	80.03±0.86 <sup>a</sup>

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

Table 5. The correlation of quality characteristics factors of cooked rice

Factor	Protein	Amylose	Total starch	Moisture	Water binding capacity	Solubility	Toyo palatability	Hardness	Adhesiveness	Toughness	Stickiness	Palatability	Peak viscosity	Trough viscosity	Final viscosity
Amylose	0.487**	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total starch	-0.427*	0.320 <sup>ns</sup>	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Moisture	0.119 <sup>ns</sup>	-0.127 <sup>ns</sup>	0.115 <sup>ns</sup>	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Water binding capacity	0.009 <sup>ns</sup>	0.235 <sup>ns</sup>	0.382*	-0.024 <sup>ns</sup>	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Solubility	-0.307 <sup>ns</sup>	-0.234 <sup>ns</sup>	0.069 <sup>ns</sup>	-0.308 <sup>ns</sup>	0.400*	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toyo palatability	-0.493**	0.173 <sup>ns</sup>	0.736**	0.045 <sup>ns</sup>	0.502**	0.285 <sup>ns</sup>	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-
Hardness	-0.433*	0.119 <sup>ns</sup>	0.539**	-0.316 <sup>ns</sup>	0.742**	0.489**	0.694**	1.000	-	-	-	-	-	-	-
Adhesiveness	-0.159 <sup>ns</sup>	0.403*	0.451*	-0.300 <sup>ns</sup>	0.778**	0.341 <sup>ns</sup>	0.602**	0.887**	1.000	-	-	-	-	-	-
Toughness	-0.454*	-0.546**	0.253 <sup>ns</sup>	0.106 <sup>ns</sup>	0.312 <sup>ns</sup>	0.454*	0.440*	0.553**	0.243	1.000	-	-	-	-	-
Stickiness	-0.523**	-0.712**	0.125 <sup>ns</sup>	0.030 <sup>ns</sup>	0.069 <sup>ns</sup>	0.314 <sup>ns</sup>	0.241 <sup>ns</sup>	0.294 <sup>ns</sup>	0.002 <sup>ns</sup>	0.837**	1.000	-	-	-	-
Palatability	-0.761**	-0.213 <sup>ns</sup>	0.636**	-0.108 <sup>ns</sup>	0.424*	0.421*	0.858**	0.754**	0.491**	0.679**	0.555**	1.000	-	-	-
Peak viscosity	0.296 <sup>ns</sup>	-0.213 <sup>ns</sup>	-0.826**	-0.434*	-0.392*	0.038 <sup>ns</sup>	-0.741**	-0.368 <sup>ns</sup>	-0.283 <sup>ns</sup>	-0.333 <sup>ns</sup>	-0.237 <sup>ns</sup>	-0.599**	1.000	-	-
Trough viscosity	0.444*	0.411*	-0.350 <sup>ns</sup>	-0.352 <sup>ns</sup>	-0.467*	-0.377 <sup>ns</sup>	-0.474*	-0.259 <sup>ns</sup>	-0.127 <sup>ns</sup>	-0.488**	-0.523**	-0.554**	0.595**	1.000	-
Final viscosity	0.599**	0.695**	-0.199 <sup>ns</sup>	-0.307 <sup>ns</sup>	-0.241 <sup>ns</sup>	-0.401*	-0.377 <sup>ns</sup>	-0.175 <sup>ns</sup>	0.052 <sup>ns</sup>	-0.602**	-0.687**	-0.580**	0.403*	0.927**	1.000
Setback	0.314 <sup>ns</sup>	0.849**	0.530**	0.086 <sup>ns</sup>	0.111 <sup>ns</sup>	-0.416*	0.287 <sup>ns</sup>	0.154 <sup>ns</sup>	0.296 <sup>ns</sup>	-0.284 <sup>ns</sup>	-0.450*	-0.032 <sup>ns</sup>	-0.487**	0.366 <sup>ns</sup>	0.603**

<sup>ns</sup> Not significant. Significant at \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ .

는 선품과 친들이 6.98, 6.51%로 상대적으로 높았고, 총 전분 함량은 90% 내외를 나타냈으며, 아밀로오스 함량은 월백이 12.74%로 가장 낮았고, 중생골드가 17.2%로 낮았다. 치반점도는 월백과 선품이 -89.94 및 -36.97 RVU로 쌀가루 반죽의 노화가 가장 느릴 것으로 생각되며, 월백, 친들, 하이아미의 최종점도가 각각 152.06, 160.66 및 191.03 RVU로 식은 밥의 노화가 가장 느릴 것으로 판단된다. Toyo 윤기치는 친들, 삼광, 하이아미가 좋게 나타났으며, 식미치는 친들(80.03)>삼광(76.21)>중생골드(74.08) 순으로 나타났다. 식감특성은 중생골드, 친들, 일품이 탄력성이 높으면서 부착성이 컸으며, 일품, 하이아미는 경도가 낮으면서 부착성과 찰기가 높았다. 전체적인 취반 식미 및 식감관련 평가 결과, 친들이 가공용으로 좋은 특성을 나타낼 것으로 판단되었다.

## References

- aTFIS. 2015. Market of precooked dried rice. In: Market Segmentation Trend of Processed Food. Korea Agro-Fisheries Trade Corporation. pp.32-37
- Chun AR, Song J, Kim KJ, Kim JH, Son JR, Oh YJ, 2007. Sensory and quality evaluation of aseptic-packaged cooked rice by cultivar. *Korean J Crop Sci* 52:439-446
- Choi HC, Hong HC, Nahm BH. 1997. Physicochemical and structural characteristics of grain associated with palatability in japonica rice. *Korean J Breed* 29:15-27
- Choi OJ, Jung HN, Shim KH, 2012. Cooking characteristics of different types of rice produce. *Korean J Food Preserv* 19:81-86
- Cho EK, Woo HJ, Kim BC, Yu YM, Jung HY, Lee MY, 2014. Effect of cooking conditions on the quality of cooked rice in home meal replacement products. *Food Eng Prog* 18:7-14
- Femenia AP, Garcia P, Simal S, Rossello C. 2003. Effects of heat treatment and dehydration on bioactive polysaccharide acemannan and cell wall polymers from *Aloe barbadensis* Miller. *Carbohydr Polymers* 51:397-405
- Ha JY, Lee JM. 2005. Physicochemical properties of cooked rice as affected by cooking methods and thawing conditions. *Korean J Food Cul* 20:253-260
- Horino T. 1990. Minerals components and tastes of rice. *J Japan Crop Sci* 59:605-611
- Hsu AN, Song S. 1988. Relation between palatability evaluations of cooked rice and physicochemical properties of rice.



- Proceedings of a Symposium on Rice Grain Quality*. pp.91-104
- Juliano BO. 1979. The chemical basis of rice grain quality. *Proceedings of the Workshop on Chemical Aspect of Rice Grain Quality*. pp.69-90
- Juliano BO, Villareal, RM, Perez CM, Villareal CP, Takeda Y, Hizukuri S. 1987. Varietal differences in properties among high amylose rice starches. *Stärke* 39:390
- Juliano BO. 1985. Polysaccharides, protein and lipid of rice. In: *Rice Chemistry and Technology*. pp.59-120. American Association of Cereal Chemists., St Paul, MN, USA
- Kim DJ, Oh SK, Lee JH, Yoon MR, Choi IS, Lee DH, Kim YG. 2012. Changes in quality properties of brown rice after germination. *Korean J Food Sci Technol* 44:300-305
- Kim JM, Yu MY, Shin MS. 2012. Effect of mixing ratio of white and germinated brown rice on the physicochemical properties of extruded rice flours. *Korea J Food Cookery Sci* 28:813-820
- Kim K, Kang KJ, Kim SK. 1991. Relationship between hot water solubles rice and texture of cooked rice. *Korean J Food Sci Technol* 23:498-502
- Kim YW. 2017. Trends in markets for home meal replacements. *Food Sci Ind* 50:57-66
- Konik-rose CM, Moss R, Rahman S, Appels R, Stoddard F, McMaster G. 2001. Evaluation of the 40 mg swelling test for measuring starch functionality. *Starch* 53:21-26
- KOSIS. 2016. Korean Statistical Information Service. Agricultural Statistics Info: Investigation of grain consumption. Available from [http://kostat.go.kr/portal/korea/kor\\_nw/2/7/10/index.board?bmode=read&aSeq=358819](http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/2/7/10/index.board?bmode=read&aSeq=358819)
- KOSIS. 2016. Korean Statistical Information Service. Agricultural Statistics Info: An output of rice production. Available from [http://kostat.go.kr/portal/korea/kor\\_nw/2/1/index.board?bmode=read&aSeq=357443](http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/2/1/index.board?bmode=read&aSeq=357443)
- Kum JS, Lee CH, Lee SH, Lee HY, 1996. Effect of microwave reheating on quality of aseptic-packaged cooked rice. *Korean J Food Sci Technol* 28:528-537
- Lee KJ, Lee SY, Kim YR, Park JW, Shim JY. 2004. Effect of dry heating on the pasting/retrogradation and textural properties of starch-soy protein mixture. *Korean J Food Sci Technol* 36:568-573
- Lee CH, Park SH. 1982. Studies on the texture describing terms of Korean. *Korean J Food Sci Technol* 14:21-29
- Maningat CC, Juliano BO. 1980. Starch lipids and their effect on rice starch properties. *Stärke* 32:76-82
- Naito S, Otawa T. 1998. Tensipresser precision in measuring cooked rice adhesiveness. *J Texture Stud* 29:325-335
- Oh SK, Kim DJ, Chun AR, Yoon MR, Hong HC, Choi IS, Oh YJ, Oh KB, Kim YK. 2010. Quality evaluation of Juanbyeon as aseptic-packaged cooked rice. *Korean J Food Sci Technol* 42:721-726
- Park HY, Shin DS, Woo KS, Sim EY, Kim HJ, Lee SK, Won YJ, Lee SB, Oh SK. 2016. Mechanical quality evaluation of rice cultivars that could potentially be used to produce processed cooked rice. *Korean J Crop Sci* 61:145-152
- Rho ES, Ahn SY. 1989. Texture of cooked rice and molecular weight distribution of rice amylose. *Korean J Food Sci Technol* 21:486-491
- Medcalf DF, Gilles KA. 1965. Wheat starches. I. Comparison of physicochemical properties. *Cereal Chem* 42:558-568
- Sima S, Femenia A, Llull P, Rosello C. 2000. Dehydration of *Aloe vera*: Simulation of drying curves and evaluation of functional properties. *J Food Eng* 43:109-114
- Schoch TJ, Leach W. 1964. Whole starches and modified starches. Vol II. In: *Methods in Carbohydrate Chemistry*, Whistler RL (ed). pp.106-108. Academic Press, Inc
- Youn Y, Kim YS. 2014. Physicochemical properties of rice varieties for manufacturing frozen fried rice. *Korean J Food Preserv* 22:823-830

---

Received 19 June, 2017

Revised 18 July, 2017

Accepted 27 July, 2017