

연질현미의 이화학적 및 취반 특성

박지혜 · 신말식[†]

전남대학교 식품영양학과

Physicochemical and Cooking Characteristics of Non-waxy Soft Brown Rice

Jihye Park · Malshick Shin[†]

Department of Food and Nutrition, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea

Abstract

Purpose: To improve the cooking quality of brown rice, newly inbred soft rice cultivars were investigated. **Methods:** The physicochemical properties of brown rice flour and water absorption patterns and cooking characteristics of brown rice grain were compared to Ilmi white and brown rice. **Results:** General composition and total dietary fiber contents of five rices were significantly different with higher ash, protein, and total dietary fiber contents in soft brown rice than white rice. The hardness of raw rice grain was higher in Ilmi brown rice than in soft brown rice. The water absorption increased rapidly in 30 min of white rice and in 4-6 h of brown rices. The apparent amylose content of soft brown rice was lower than that of Ilmi rice. The initial pasting temperature and all viscosities were significantly different, but the trend was not similar. The textural properties of hardness and roughness were higher, but adhesiveness, cohesiveness, and stickiness were lower in Ilmi brown rice than white and soft brown rices. In sensory preference test, not only textural properties, hardness, adhesiveness, cohesiveness, stickiness, and roughness, but also color, glossiness, and roasted flavor were higher in soft brown rices. Especially soft brown rice B showed the best cooking quality among all rices. **Conclusion:** The results of the study suggested that soft brown rice is developed for cooking with high nutritional and functional quality.

Key words: soft brown rice cultivar, cooked rice, water absorption, physicochemical property, cooking characteristics

I. 서론

쌀은 세계 인구의 50% 정도가 주식으로 섭취하고 있으며 세계 생산량의 90% 이상이 아시아에서 생산되어 소비되고 있는 세계 3대 작물 중의 하나이다. 우리나라와 일본, 대만, 중국의 일부에서는 자포니카형의 아밀로스 함량이 낮고 끈기가 있으며 윤기가 있는 쌀을 재배하여 사용하고 있다. 쌀은 배유가 단단한 조직으로 되어 있어 외피를 제거하고 도정과정을 거쳐 백미로 사용하여 왔다 (Sirisoontarak P 등 2015). 밥맛은 10분도 또는 12분도로 도정한 백미가 우수하여 희고 윤기가 나며 부드럽고 찰진 맛을 나타내고 있다. 그러나 쌀의 영양성분은 쌀 전체에 균일하게 분포되지 않고 과종피, 호분층에 편중되어 있어 도정율이 증가할수록 함량이 감소하여 도정으

로 인한 영양분의 손실이 있음이 알려졌다. 최근 소비자들의 건강에 대한 관심이 높아지고 현미의 영양적 및 건강 기능적 우수성이 입증되면서 무농약 및 유기농 쌀로 도정하지 않은 현미의 섭취를 권장하고 있다.

현미는 벼의 왕겨를 제거한 것으로 과피(pericarp), 종피(seed coat) 및 호분층(aleurone layer)으로 구성된 쌀겨층과 배아(embryo), 쌀의 대부분을 차지하는 배유(endosperm)로 이루어져 있다. 각 부분이 차지하는 중량비는 쌀겨층 5-6%, 배아 2-3%, 배유 92%(Bechtel DB & Pomeranz Y 1978, Juliano BO & Bechtel DB 1985, Kim SR 등 2004)로 배아에는 불포화지방산, 특히 다중불포화지방산과 항산화물질 등의 기능성물질이 풍부하다. 쌀겨층에는 배유에 부족한 식이섬유, 단백질, 무기질과 비타민이 함유되어 있고 페놀성 화합물 등 항산화물질도 다

[†]Corresponding author: Malshick Shin, Department of Food and Nutrition, Chonnam National University, 77 Yongbong-ro, Buk-gu, Gwangju 61186, Korea
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4982-0697>

Tel: +82-62-530-1336, Fax: +82-62-530-1339, E-mail: msshin@chonnam.ac.kr



량 함유되어 있어 건강식품으로써 가치가 높다(Choe JS 등 2002). 그러나 현미는 수분 흡수율이 낮고(Bechtel DB & Pomeranz Y 1978, Parnsakhorn S & Langkapin J 2013) 지은 밥은 거칠고 윤기가 없으며 낱알이 흩어져 그대로 이용하기 어렵기 때문에 발아과정을 거쳐 부드럽고 씹는 맛을 개선하였을 뿐만 아니라 소화가 잘되게 하여 사용하고 있으며 발아과정에서 생성 및 증가된 기능성 물질로 인해 그 관심이 증가되고 있다(Moongngarm A & Saetung N 2010, Kim HY 등 2012, Sirisoontarak P 등 2015). 발아현미를 사용하기에는 경제적인 부담이 크기 때문에 사용량이 증가되지 않고 있어 쌀의 육종 및 재배를 연구하는 과학자들은 현미의 품질을 개선하여 부드럽게 하려는 연구를 진행하고 있다. 그 중 현미의 밥맛을 개선하기 위해 연질현미를 새롭게 육종하고 있다. 연질현미는 조직의 특성상 부드러움을 보유한 현미로 우리나라 북부지방에서 많이 재배되는 품종으로 취반 시 부드러운 특성을 가지나, 수분함량이 높아 저장성이 떨어지는 단점이 있지만 현미로 밥을 하였을 때 식미 개선 가능성이 있어 개발 생산을 시도하고 있다.

현미는 취반과정에서 쌀겨층에 의해 수분의 이동과 확산이 지연되어 백미에 비해 긴 취반시간이 소요되며, 현미를 백미 또는 다른 곡류와 혼합하여 취반할 경우, 전분의 호화가 불충분하게 되어 단단한 식감을 갖는다(Lim SB 등 2003). 또한 밥을 할 경우 현미의 외피층에 의해 질긴 텍스처(leathery texture)를 나타내 취반 후 백미보다 관능적 특성이 낮다고 보고되어 있다(Kang EJ 등 2013). Park WH & Woo KJ(1991)는 멍쌀과 찰쌀의 침지시간 및 온도에 따른 수화정도를 조사하였으며, 텍스처 측정치와 관능평가 결과의 상관정도에 관해 연구하였다. Song BH 등(1988)은 현미와 백미의 수분흡수속도와 취반속도를 비교 연구하였으며, Kim KA 등(1995)은 취반기구와 가수량을 달리하여 취반했을 때의 현미밥의 식미특성에 관하여 연구하였다. 또한 Kim JY & Baek SH(2012)는 칼집을 낸 현미의 화학적 특성, 수분흡수특성, 취반 시 물성차이를 연구하였다. Park JW 등(2009)은 침지조건과 압력이 현미의 취반특성에 미치는 영향, Kang EJ 등(2013)은 현미를 적외선 가열처리 했을 때 취반특성에 미치는 영향과 적외선 가열공정조건을 확인하였다. 즉 대부분의 연구는 조리과정이나 현미 자체를 가공하는 연구들로, 품종을 개량하여 연질현미를 개발하거나 이를 이용한 조리특성에 대한 연구는 거의 이루어지지 않았다.

그러므로 본 연구는 전남농업기술원에서 현미의 밥맛을 개선할 목적으로 새롭게 개발한 3종류의 연질현미를 밥맛이 우수한 일미의 현미와 백미의 특성과 비교하고자 하였다. 쌀알의 수분흡수율, 이화학적 및 호화특성을 분석하였고 취반 후 쌀밥의 텍스처 및 관능적 특성을 비교하여 연질현미의 품질특성을 확인하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

시료인 쌀은 모두 전라남도 농업기술원 쌀 연구소에서 제공 받았으며, 2013년 수확한 국내산 품종인 현미상태의 일미, 백미로 도정한 일미와 연질현미 세 가지 종류를 사용하였다.

2. 수분흡수율 측정

백미, 현미와 연질현미의 수분흡수율은 쌀알 1.0 g을 4×7 cm² 망사주머니에 넣은 후 30°C의 항온수조(vs-1205w, Vision Scientific Co. Ltd., Incheon, Korea)에서 충분히 잠기도록 하여 1/2, 1, 2, 4, 6, 8, 12, 16, 24시간 동안 수침하였다. 일정시간 수침 후 쌀알을 여과지로 닦아 표면의 물기를 제거한 후 무게를 측정하여 수분흡수율을 계산하였다.

3. 쌀알의 경도 측정

일미백미와 현미, 연질현미 쌀알의 경도는 일정 수분을 유지하기 위해 desiccator에 넣어 24시간 방치한 후 측정하였고, texture analyzer(TA-XT plus, Stable micro systems Ltd., Surrey, UK)에 φ 20 mm cylinder형의 probe를 사용하여 측정하였다. Test speed는 1.0 mm/sec, deformation은 50%로 1회 압착시험을 실시하였으며 쌀알이 부서지는데 필요한 힘, 경도를 측정하였다.

4. 쌀가루의 제조

백미, 현미와 연질현미 생쌀가루는 생쌀을 분쇄기(DA 282-2, Daesung Atron Co., Seoul, Korea)를 이용하여 분쇄하고 100 mesh(<150 μm) 표준체를 통과하여 시료로 사용하였다.

1) 일반성분 분석

쌀가루의 일반성분 함량 분석은 AOAC(2000) 방법으로 분석하였다. 수분함량은 상압가열건조법으로 105°C 오븐(OF-11, JeioTech Co. Ltd., Daejeon, Korea)을 이용하여 측정하였고, 회분은 550°C 전기회화로를 이용한 직접회화법, 조단백질 함량은 micro Kjeldahl법을 이용하여 측정하였다.

2) 쌀가루의 이화학적 특성 측정

일미백미와 현미 및 연질현미가루의 겔보기 아밀로오스 함량은 Williams PC 등(1970)의 요오드 비색법에 따라 분광광도계(Unicam UV-VIS, S-1100, Scinco Co., Ltd., Seoul, Korea)를 이용하여 680 nm에서 흡광도를 측정하였다. 멍쌀전분인 동진 전분에서 분리한 아밀로오스와 아

밀로펙틴으로 위와 같은 방법을 이용하여 구한 표준곡선 식인 $Y=0.0077X+0.0332(R^2=0.996)$ 로부터 아밀로스 함량을 계산하였다. 총 식이섬유함량은 AOAC 방법(2000)으로 total dietary fiber assay kit(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)를 사용하여 enzyme-gravimetric 방법으로 측정하였다. 시료 1 g(건량 기준)을 pH 6.0 phosphate buffer 용액 50 mL와 heat stable α -amylase 0.1 mL를 함께 넣고 끓는 항온수조(Vision Scientific Co. Ltd.)에서 20분간 반응시켰다. 상온에서 냉각시킨 후 0.275 N NaOH(Daejung, Siheung, Korea)로 pH 7.5 \pm 0.2로 맞춘 후 protease 0.1 mL를 넣은 후 60°C 항온수조(Vision Scientific Co. Ltd.)에서 35분간 반응시켰다. 상온에서 냉각시킨 용액을 0.352 M HCl(Daejung, Siheung, Korea)로 pH 4.0-4.6으로 맞춘 뒤 amyloglucosidase 0.1 mL를 넣어 60°C 항온수조(Vision Scientific Co. Ltd.)에서 35분간 반응시킨 후 반응을 멈추기 위해 용액의 4배에 해당하는 95% ethanol(Daejung, Siheung, Korea)을 가하였다. 1시간 동안 방치한 다음 celite를 넣고 미리 항량시킨 유리 crucible에 78%, 95% ethanol과 acetone(Daejung, Siheung, Korea)으로 세척한 후, dry oven(JeioTech Co. Ltd.)에서 건조 함량을 구하였다. Crucible의 잔여물 무게를 측정하고 잔여물의 단백질은 Kjeldahl법으로, 회분은 전기로를 이용한 방법으로 측정 후 다음 식을 이용하여 식이섬유 함량을 구하였다.

총 식이섬유 함량(%)

$$= [(잔사무게 - 단백질무게 - 회분무게 - Blank) / 시료 무게] \times 100$$

쌀가루의 물결합능력은 Medcalf DG & Gilles KA(1965) 방법, 팽윤력과 용해도는 Schoch TJ(1964) 방법에 따라 측정하였다. 원심분리관에 시료 0.5 g(건량 기준)과 증류수 40 mL를 넣고 80°C에서 30분간 교반 가열 후 얼음에 넣어 냉각시키고, 5000 rpm에서 30분간 원심분리(Supra22K, Hanil Sci Ind., Incheon, Korea)하여 측정하였다.

3) 신속점도측정기에 의한 호화특성 측정

일미백미와 현미 및 연질현미가루의 호화특성은 신속 점도측정기(D3, Newport Scientific Pty, Ltd., Warriewood, Australia)로 다음과 같이 측정하였다. 시료 3 g(수분함량 12% 기준)에 증류수 25 mL를 canister에 넣고 0-1분은 50°C, 1.0-4.45분은 95°C까지 상승, 4.45-7.15분은 95°C 유지, 7.15-11.06분은 50°C로 냉각, 11.06-12.30분은 50°C를 유지하여 점도를 측정하였다. 측정치는 호화개시온도(initial pasting temperature), 최고점도(peak viscosity, P), 최저점도(trough viscosity, T), 냉각점도(final viscosity, F)를 나타내었고, 셋백점도(setback viscosity, F-T)와 점도붕괴도 점도(breakdown viscosity, P-T)를 계산하였다.

4) 쌀가루의 색도

쌀가루의 색도는 색차계(Spectra magic™NX, Konica Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하였고, 3회 반복 측정하여 Hunter의 L(lightness), $\pm a$ (redness/greenness), $\pm b$ (yellowness/blueness)값의 평균값을 나타냈다. 색도 측정은 L=96.98, a=-0.11, b=-0.19인 표준백색판(standard white plate)으로 보정하여 사용하였다. 색차(ΔE)는 백색판을 기준으로 $\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$ 식에 의하여 계산하였다.

5. 취반 방법

백미, 현미, 연질현미를 이용하여 다음과 같은 방법으로 밥을 지었다. 쌀 100 g을 5회 수세한 다음 체에 밭쳐 물기를 제거 하였다. 예비 실험을 거쳐 가수량은 쌀에 수세 전 무게의 1.2배의 물을 넣고, 현미와 연질현미는 수세 전 무게의 1.5배의 물을 넣었으며, 동일한 전기보온밥솥(CR-0352FR, Cuckoo, Yangsan, Korea)에 넣고 24시간 방치하고 취반하였다. 취반이 끝나면 밥을 섞어 수분증발을 막는 뚜껑이 있는 1인용 용기에 담아 실온에서 평가하였다.

1) 밥의 색도

밥의 색도는 색차계(Konica Minoita)를 이용하였고, 쌀가루와 같은 방법으로 측정하였다.

2) 텍스처 측정

밥의 텍스처 특성은 동일한 도자기 그릇에 쌀 10 g을 넣고 수세한 다음 수세 전 쌀 무게의 1.35배의 물을 넣고 8시간 방치한 후 위와 동일한 전기보온밥솥을 이용하여 취반하였다. 취반된 밥은 수분이 증발하지 않도록 실온에서 식히고 텍스처 측정기(texture analyzer, TA-XTplus, Surrey, England)를 사용해 밥알 모양이 유지된 3알(Okabe M 1979, Wi EI 등 2013)을 시료대 위에 놓고 반복 압착 시험을 실시하여 TPA(Texture Profile Analysis)를 얻었다. Probe는 $\phi 20$ mm cylinder형 probe를 사용하였고 변형률은 75%로 측정하였다. pre-test speed, test-speed, post-test speed는 모두 1.0 mm/sec로 설정하였고 20회 반복 측정하였다. TPA 곡선으로부터 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄성(springiness), 부착성(adhesiveness), 씹힘성(chewiness)과 회복력(resilience)의 특성을 비교하였다.

3) 관능적 특성 측정

밥의 관능평가를 위해 관능평가요원은 농촌진흥청 국립농업과학원 가공이용과 연구원 30명을 선정하여 훈련시킨 후 반복 실험을 하였다. Kim SK & Shin MS(1996)가 사용한 질문지를 수정해 9점 척도법(9 point scoring test)으로 평가하였다. 시료는 무작위로 3자리 숫자로 표시

하였고 평가원은 각각 시료의 색(color), 윤기(glossiness), 쌀알의 완전도(intactness), 구수한 맛과 향(roasted flavor), 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 응집성(cohesiveness), 찰기(stickiness), 거칠음(roughness)과 전반적 기호도(overall quality)를 평가하였다. 각 시료를 평가한 후에는 입안을 물로 행구고 간격을 둔 뒤 다음 시료를 평가하도록 하였으며 각 항목에 대해 약한 정도에서 강한 정도로 표시하였다.

6. 통계처리

모든 실험의 결과는 평균±표준편차로 나타내었고 SPSS Statistics(ver. 12.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 ANOVA로 분산분석을 실시하였으며 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test로 유의성 검토를 하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 쌀가루의 일반성분

일미 품종의 백미와 현미, 3종류의 연질현미의 일반성분 분석 결과는 Table 1과 같았다. 수분함량은 각각 14.84%, 13.62%, 13.82%, 13.58%와 14.21%로, 백미가 높아 유의적이었다. 본 연구에서 사용한 연질현미의 수분함량은 일반적인 연질미의 수분함량인 15% 이상보다 낮게 나타났는데, 이는 시료를 저장하는 동안 수분이 증발했기 때문인 것으로 사료된다. 회분함량은 일미백미와 현미, 연질현미 A, B와 C는 각각 0.62%와 1.32%, 1.43%, 1.46%와 1.55%로 연질현미가 일미현미에 비해 높았으며 일미백미에 비해 2배 이상 차이를 나타냈다. 무기질 함량으로 나타나는 회분은 현미와 연질현미가 모두 높아 영양적으로 우수하다고 할 수 있으며 연질현미가 더 많은 무기질을 함유함을 알 수 있었다. 조단백질 함량은 연질현미 중 B가 7.55%로 다른 시료에 비해 높아 유의적이었으며 일미현미와 연질현미 A와 C 사이에는 유의적인 차이가 없었다. 일미백미는 6.25%로 낮아 유의적 차이를

보였다. 조지질 함량은 일미백미, 현미, 연질현미 A, B, C는 각각 0.54%, 2.63%, 2.51%, 2.61%, 2.05%로 연질현미 C가 현미 중에서 낮은 값을 보였고 현미는 백미에 비해 3.8-4.9배 차이가 났다. 쌀에 함유된 조지질은 배아에 주로 함유되어 있어 도정한 백미와 큰 차이를 나타낸다고 생각되었다.

쌀을 취반하였을 때 밥맛에 영향을 주는 성분은 아밀로스 함량과 단백질 함량으로 알려져 있으며 아밀로스 함량과 단백질 함량이 낮을수록 밥맛이 좋다고 하였다. 유사한 단백질을 함유한 경우에는 밥맛이 좋은 쌀은 단백질보다는 유리 아미노산 함량이 높기 때문이라고 하였다 (Juliano BO 1985). 일반적으로 현미에는 포화지방산, 단일불포화 지방산, 다중불포화지방산의 함량이 각각 19-21%, 39-45%, 33-40%로 불포화지방산 함량이 높다(Choe JS 등 2002). 신선한 쌀의 경우에 지방은 취반 후 윤기를 주지만 장기간 저장되어 지방이 산패된 경우 이취를 발생하는 등 품질 저하에 큰 영향을 미치게 된다(Wi EI 등 2013). 현미에는 백미에 비해 단백질, 지방 및 무기질 함량이 높아 영양적으로 우수함을 확인할 수 있었으며 백미보다는 밥맛에 영향을 주는 요인이 더 많음도 알 수 있었다. 쌀에 함유된 총 식이섬유 함량은 백미가 2.88%, 현미와 연질현미 A, B와 C는 각각 7.04%, 6.65%, 7.31%와 7.23%로 높았고 현미 간의 총 식이섬유 함량은 유의적 차이가 없었다. 본 연구는 현미의 식이섬유 함량이 3.2-3.5%로 나타났다는 Choe JS 등(2002)의 연구에 비해 높은 값을 보였으며, 현미가 백미에 비해 약 2배 이상 함유하고 있다는 Lee HJ & Kim HS(1988)의 결과와는 유사하였다. 이는 총 식이섬유함량을 측정하는 방법의 차이로 기인된 것으로 생각되었다.

2. 쌀알의 수분흡수율

취반 전 수침은 쌀알을 가열하는 동안 열의 전도를 용이하게 하므로 호화에 필요한 수분을 전분입자에 균일하게 분포시킬 목적으로 실시한다. 백미는 물론 현미의 경

Table 1. Compositional analysis and hardness of Ilmi white and brown rice, and soft brown rices

Rice ¹⁾	Moisture (%)	Crude ash (%)	Crude protein (%)	Crude lipid (%)	Total dietary fiber (%)	Hardness of raw grain (kg)
IR	14.84±0.05 ^a	0.62±0.06 ^d	6.25±0.16 ^c	0.54±0.00 ^c	2.88±0.26 ^c	9.17±0.94 ^c
IBR	13.62±0.31 ^c	1.32±0.06 ^c	7.19±0.03 ^b	2.63±0.01 ^a	7.04±0.02 ^a	11.79±1.58 ^a
A	13.82±0.14 ^{bc}	1.43±0.00 ^b	7.08±0.05 ^b	2.51±0.01 ^a	6.65±0.06 ^b	10.23±1.24 ^{bc}
B	13.58±0.03 ^c	1.46±0.01 ^{ab}	7.55±0.12 ^a	2.61±0.16 ^a	7.31±0.10 ^a	10.27±1.84 ^{bc}
C	14.21±0.12 ^b	1.55±0.04 ^a	7.16±0.03 ^b	2.05±0.06 ^b	7.23±0.07 ^a	10.97±1.42 ^{ab}

Data represents mean±SD.

¹⁾ IR, IBR mean Ilmi white rice, Ilmi brown rice respectively and A, B, C mean soft brown rices.

^{a-d} Values with different superscripts in the same column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

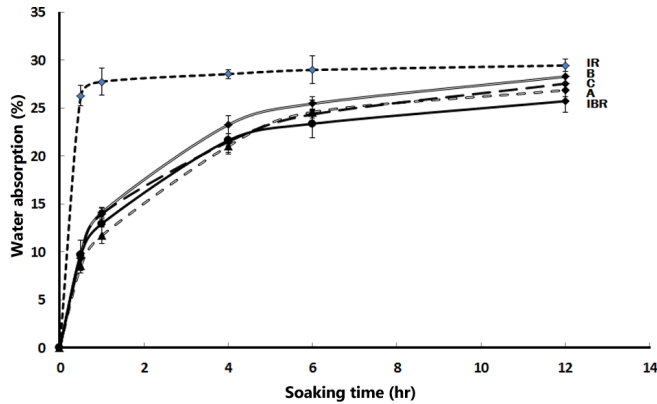


Fig. 1. Water absorption of Ilmi white rice (IR), Ilmi brown rice (IBR) and soft brown rices, A, B, C grains during soaking times.

우 수침이 충분하지 않으면 가열시 표면이 먼저 호화되고 열전달이 내부까지 되지 않아 밥의 관능적 특성에 영향을 미친다고 알려져 있다(Kum JS 등 1995).

백미, 현미, 연질현미의 수분흡수율은 쌀알 자체가 가진 수분을 고려하지 않고 수침과정 중에 흡수되는 수분량을 고려하여 퍼센트로 나타냈다. 수침은 순환되는 30°C 항온수조에서 0.5, 1, 4, 6, 12시간 수침하면서 측정하였으며 그 결과 Fig. 1과 같았다. 백미는 수침 5분에 13.41%로 수침 후 바로 수분을 흡수하였으며 수침 30분에는 27.48%로 급격한 흡수증가율을 보이다가 30분 후부터는 완만한 흡수율을 보였으며 가장 높은 수분흡수율을 보였다. 반면 일미현미와 연질현미 A, B, C의 경우, 수침 30분 후의 수분흡수율은 각각 8.88%, 8.52%, 9.83%, 9.34%였으며, 수침시간이 길어질수록 증가하였다. 수침 4시간까지 급격한 증가를 나타내어 각각 21.63%, 21.03%, 23.26%, 21.57%의 흡수율을 보여 백미의 30분간 수침한 흡수율보다는 낮았다. 수침 12시간 후 수분흡수율은 일미백미의 29.45%에 대해 일미현미와 연질현미는 각각 25.73%, 26.87%, 28.29%와 27.56%를 나타내어 일미현미, 연질현미 A, C, B의 순으로 수분흡수율이 높았다.

쌀의 수분흡수율은 도정도는 물론 쌀알의 표면적, 배유 세포구조, 세포내 전분입자의 조밀도와 형태, 전분의 아밀로스 및 아밀로펙틴 및 분자구조에 영향을 받는다고 하여(Kim SK 등 1984) 연질현미 3종류가 다르며 일미현미보다 수분흡수율이 높아 밥의 품질에 영향을 줄 것으로 생각되었다. Song BH 등(1988)은 현미 겨층의 두께 또는 조성이 수분흡수율의 차이에 영향을 준다고 하였다. 본 실험의 결과 연질현미는 일반 현미보다 수분흡수 속도가 빠르고 흡수율이 높아 취반 후 밥맛을 개선할 수 있을 것으로 생각되었다. Kim UJ(1992)는 쌀의 수분흡수도가 낮을수록 밥의 관능적 품질이 떨어진다고 보고하였으므로, 연질현미는 현미의 영양적 우수성을 가지면서 밥맛이 더 개선될 수 있을 것으로 추정되었다.

3. 쌀알의 경도

쌀의 경도는 수분흡수 정도를 조절할 수 있으며 또한 밥의 텍스처에도 영향을 줄 수 있을 것으로 생각되어 쌀의 경도를 측정된 결과 Table 1과 같이 쌀 종류별 유의적인 차이가 있었다. 일미현미 쌀알의 경도가 11.79 kg으로 가장 높아 유의적이었고 일미백미는 9.17 kg으로 가장 낮았다. 3종류의 연질현미 A, B, C는 각각 10.23, 10.27과 10.97 kg으로 일미현미 보다는 경도가 낮았으나 연질현미 간의 유의적인 차이는 없었다. 일미 현미보다는 생쌀의 경도가 낮은 경향으로 수분을 비롯한 구성성분 함량과 세포내 전분입자와 단백질 체 등 여러 요인에 의하는 것으로 생각되었다. 일미 현미는 연질현미 C와 유사한 경향을 보였고 연질현미 A와 B는 일미백미와 유사한 경도를 나타냈다.

4. 쌀가루의 특성

1) 쌀가루의 이화학적 특성

백미와 일반 현미, 연질현미 3종의 이화학적 특성을 측정한 결과는 Table 2와 같았다. 쌀가루의 겉보기 아밀로스 함량은 백미가 21.01%로 가장 높았고 일미 현미, 연질현미 A, B와 C가 각각 17.48%, 14.77%, 14.64% 및 15.14% 순이었다. 현미의 외피층을 8% 제거한 것이 백미로, 현미에는 외피와 배아부분에 함유된 영양성분 및 기능성물질이 포함되어 쌀가루로 겉보기 아밀로오스를 측정하면 백미보다 낮게 나온다. 같은 품종의 경우 토양, 기후 등 재배조건에 따라 전분의 아밀로스와 아밀로펙틴 함량은 달라질 수 있지만 도정도에 따른 영향은 없다. 쌀에 함유된 전분의 아밀로스 함량은 밥맛을 결정하는 중요한 요소로 아밀로스 함량이 낮을수록 밥맛이 우수한 것으로 알려져 있다(Sowbhagya CM 등 1987, Jang KA 등 1996). 일반적으로 자포니카형 쌀은 아밀로스 함량이 낮으며 아밀로스 함량이 낮으면 호화되기 쉽고 밥이 찰지며 끈기가 있고, 식었을 때에도 부드러우며 촉촉한 상태를 유지한다고 알려져 있다(Sandhya RMR & Bhattacharya KR 1995, Choi HC 2002). 이는 가열과정에서 용출된 아밀로스로 인해 전분입자 주위에 그물구조가 형성되고 그 내에 전분입자의 아밀로펙틴이 들어있는 상태로 호화 전분겔이 형성되기 때문인 것으로 보인다(Li CY 등 1996). 본 연구에서는 아밀로스의 함량이 낮은 연질현미 세 종류가 일미현미에 비해 낮은 경도를 가지며 일미현미에 비해 찰기가 높을 것으로 생각되었다. 현미의 밥맛도 아밀로스 함량에 영향을 주는지 또는 쌀겨 및 배아로 인한 영향이 클 것인지에 대한 연구는 거의 없으므로 본 연구를 통해 비교할 수 있을 것으로 생각되었다.

전분이나 쌀가루가 수화되어 물과 결합하는 정도를 나타내는 지표인 물결합능력은 5종류의 쌀 사이에 유의적

Table 2. Physicochemical properties of Ilmi white and brown rice, and soft brown rice flours

Rice ¹⁾	Amylose content (%)	Water binding capacity (%)	Swelling power at 80°C (g/g)	Solubility at 80°C (%)
IR	21.01±1.06 ^a	142.25±1.01	0.62±0.06 ^a	6.96±0.00 ^c
IBR	17.48±0.29 ^b	145.07±4.40	1.32±0.06 ^a	7.05±0.13 ^a
A	14.77±0.19 ^c	144.70±0.30	1.43±0.00 ^a	6.74±0.04 ^b
B	14.64±0.27 ^c	140.24±2.06	1.46±0.01 ^a	6.79±0.15 ^b
C	15.14±0.39 ^c	143.90±0.20	1.52±0.06 ^b	6.42±0.18 ^b

Data represents mean±SD.

¹⁾ IR, IBR mean Ilmi white rice, Ilmi brown rice respectively and A, B, C mean soft brown rices.

^{a-c} Values with different superscripts in the same column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

인 차이가 없었으며, 80°C에서 측정된 팽윤력은 0.62, 1.32, 1.43, 1.46과 1.52 g/g으로 연질현미 C가 가장 팽윤력이 높았으며 백미에 비해 현미와 연질현미가 높았다. 용해도는 백미, 현미, 연질현미 A, B와 C가 6.96%, 7.05%, 6.74%, 6.79%와 6.42%로 일미현미가 높은 값으로 유의적이었으며 백미와 연질현미 사이에는 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

물결합능력은 현미에 함유된 식이섬유의 증가경향과 지방과 단백질의 억제 작용에 의해 달라질 수 있는데 백미와 현미, 연질현미 가루 간에는 유사하였다. 쌀가루의 팽윤력은 단백질이나 조지질에 의해 억제된다고 알려져 있다. 그러나 팽윤력과 용해도는 전분의 결정형과 무정형 간의 상호작용을 평가하는 것으로 전분의 아밀로스-지질 복합체나 강한 분자 네트워크 결합, 아밀로펙틴의 분자구조 등의 아밀로스와 아밀로펙틴의 특성에 의한 영향을 받는다고 하였다(Kim JY & Beak SH 2012). 쌀가루의 색

도는 Table 3과 같이 일미백미, 현미, 연질현미 간에 차이를 보여 유의적이었다($p<0.05$). 명도를 나타내는 L값은 백미가 92.79로 가장 밝았고 현미가 86.99, 연질현미 세 종류는 L값이 가장 낮았으나, 연질현미 간의 차이는 나타나지 않았다. 적색도인 a값은 백미를 제외한 모든 품종에서 양의 값을 나타내었고 연질현미가 백미에 비해 적색도가 더 높은 것으로 나타났으며 모두 유의적인 차이가 나타났다. 반면 황색도를 나타내는 b값은 모두 양의 값을 나타냈는데 A, B, C 연질현미가 가장 황색도가 높았으며 현미, 백미 순으로 나타났다. 백색판을 기준으로 할 때의 색차를 나타내는 ΔE (color difference) 값은 a값과 마찬가지로 A, B, C 연질현미 사이에 유의적인 차이가 없었고, 일미현미와 백미에 비해 높아 백색과 차이가 많이 남을 확인할 수 있었다. 따라서 높은 색차 값을 가진 연질현미가 더 누렇다는 것을 알 수 있었다.

Table 3. Color values of raw rice flours and cooked rice grains

Samples ¹⁾	Color value				
	L	a	b	ΔE	
Raw rice flour	IR	92.79±0.06 ^a	-0.13±0.01 ^c	5.57±0.01 ^d	7.13±0.01 ^c
	IBR	86.99±0.10 ^b	0.79±0.00 ^b	9.85±0.19 ^c	14.19±0.21 ^b
	A	86.53±0.06 ^c	0.89±0.02 ^a	10.58±0.05 ^b	15.04±0.06 ^a
	B	86.62±0.08 ^c	0.89±0.02 ^a	10.85±0.11 ^a	15.17±0.14 ^a
	C	86.69±0.07 ^c	0.86±0.02 ^a	10.66±0.05 ^{ab}	14.99±0.08 ^a
Cooked rice	IR	78.51±0.33 ^a	-2.67±0.10 ^d	6.75±0.45 ^b	19.85±0.21 ^e
	IBR	68.42±0.38 ^b	1.32±0.25 ^c	14.77±1.07 ^a	32.28±0.25 ^d
	A	66.50±0.27 ^c	1.54±0.14 ^{bc}	14.80±0.76 ^a	34.01±0.58 ^c
	B	65.37±0.47 ^d	2.34±0.28 ^a	15.17±0.48 ^a	35.22±0.26 ^b
	C	64.60±0.59 ^e	1.73±0.23 ^b	15.85±0.97 ^a	36.17±0.87 ^a

Data represents mean±SD.

¹⁾ IR, IBR mean Ilmi white rice, Ilmi brown rice respectively and A, B, C mean soft brown rices.

^{a-c} Values with different superscripts in the same column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

L (lightness), ±a (redness/greeness), ±b (yellowness/blueness).

2) 쌀가루의 호화특성

신속점도측정기에 의한 쌀가루의 호화특성 결과는 Table 4에 제시되었다. 호화개시온도, 최고·최저·냉각 점도 및 breakdown과 setback viscosity값 모두 시료간의 유의적인 차이가 나타났다. 호화개시온도는 72.66, 73.66, 74.55, 74.76 및 75.06°C로 백미가 가장 낮았으며 연질현미 C, B, A, 일미현미 순으로 높았다. 이는 도정도가 증가할수록 호화개시온도가 낮아진다고 보고한 Kim SR 등 (2004), Yun HR 등(2015)의 결과와 같았다. 백미가루의 최고점도(P)와 최저점도(T)는 각각 273.36, 141.86 RVU로 다른 종류의 쌀가루보다 높았으며 유의적 차이를 보였다.

현미와 연질현미 가루는 백미와 다른 호화양상을 보였다. 일미현미와 연질현미 A, B, C의 최고점도는 각각 185.31, 196.00, 182.42와 198.00 RVU이었고, 최저점도는 각각 82.47, 102.28, 86.61과 101.25 RVU로 백미에 비해 모두 낮은 점도를 보였다. 최고점도와 최저점도의 차를 나타내는 점도붕괴도 점도는 전분호화액의 점도가 최대로 증가하였다가 입자의 붕괴되는 정도를 나타내는데 백미가루는 131.50 RVU로 높아 열에 대해 점도의 안정성이 낮았으며 연질현미가루 A는 호화액의 점도안정성이 좋았으며 일미현미와 차이를 보였고 연질현미 B와 C는 연질현미 A와 현미 사이의 점도를 나타냈다. 최종점도는 호화액을 냉각하였을 때 겔화가 이루어지면서 증가되는데 백미, 연질현미 A와 C, 연질현미 B, 현미의 순이었다. 셋백 점도는 최종점도와 최저점도의 차로 전분 전분입자의 붕괴로 감소된 호화액이 글루코스 고분자의 겔화 및 재배열에 의한 전분노화에 기인된다. 즉 setback 점도는 현미와 연질현미 A와 C가 차이가 없었으며 연질현미 B, 일미현미 순으로 감소하였다.

쌀의 호화특성인 호화개시온도, 최고점도와 breakdown 점도는 백미의 아밀로스 함량과 부의 상관관계를 갖고 setback 점도는 정의 상관관계가 있다고 보고되었으나 (Jang KA 등 1996, Han SH 등 2000, Han GJ 등 2008), 백미만을 사용한 연구와는 달리 현미와 연질현미를 비교

한 본 연구 결과는 다른 양상을 보였다. 현미에는 백미와 달리 쌀가루에 배유인 백미가루 외에 쌀겨, 배아가 함유되어 있어 단백질, 지방 및 식이섬유 등 구성성분이 전분의 호화양상에 영향을 미쳤을 것이라 생각되었다.

5. 밥의 품질특성

1) 밥의 색도

일미백미와 현미, 연질현미로 밥을 지어 밥의 색도를 측정한 결과는 Table 3과 같았다. 색도를 나타내는 L, a b 및 ΔE값 모두 쌀의 종류에 따라 유의적인 차이를 나타냈다. 명도는 일미백미, 일미현미, 연질현미 A, B, C가 각각 78.51, 68.42, 66.50, 65.37와 64.60로 유의적인 차이를 보여 연질현미가 낮은 값을 보였다. 적색도(+a) 값은 연질현미 B가 2.34로 높게 나타났고 연질현미 C, A, 현미 및 백미 순이었다. 황색도(+b) 값은 백미와 현미 사이에는 유의 차이가 있었지만 현미간에는 차이가 없었다. 백색판을 기준으로 구한 색차(ΔE)는 연질현미 C, B, A 순으로 낮아졌으며 현미, 백미 순으로 색차가 감소하였다. 밥의 색도는 연질현미 B의 높은 적색도, 연질현미 C의 낮은 명도와 높은 황색도로 연질현미 C, B, A의 순으로 누런색의 강도가 낮아짐을 알 수 있었다. 생쌀의 색도는 밥의 색도와 유사한 경향을 보여 연질현미가 가장 백색판과 차이를 보였으며 일미현미 밥보다는 더 어두운 누런색을 보일 것으로 생각되었다.

2) 밥의 객관적 및 주관적 텍스처 특성

텍스처 측정기와 관능평가 중 차이조사로 밥의 텍스처 특성을 평가한 결과는 Table 5와 같았다. 기계적 방법으로는 밥의 경도, 부착성, 탄성, 응집성 및 씹힘성을 비교하였는데 부착성을 제외한 텍스처 측정치는 모두 유의적인 차이를 보였다($p < 0.05$). 응집성은 일미현미와 연질현미간에는 유의적인 차이는 나타나지 않았지만 경도는 현미와 연질현미 A가 2.75, 2.73 kg으로 높았고 연질현미 B와 C, 백미가 2.36, 2.44, 1.68 순으로 낮아졌다. 경도와

Table 4. Pasting properties of Ilmi white and brown rice, and soft brown rice flours

Rice flours ¹⁾	Initial pasting temperature (°C)	Viscosity (RVU)				
		Peak (P)	Trough (T)	Final (F)	Breakdown (P-T)	Setback (F-T)
IR	72.66±0.07 ^c	273.36±7.76 ^a	141.86±8.20 ^a	248.83±7.72 ^a	131.50±2.63 ^a	106.97±0.60 ^a
IBR	73.66±0.51 ^b	185.31±5.13 ^c	82.47±0.72 ^c	180.42±1.26 ^d	102.84±4.72 ^b	97.95±0.54 ^c
A	74.55±0.47 ^a	196.00±3.17 ^b	102.28±1.69 ^b	211.83±2.20 ^b	93.72±2.01 ^c	109.55±3.72 ^a
B	74.76±0.44 ^a	182.42±6.45 ^c	86.61±2.35 ^c	189.17±3.24 ^c	95.81±5.32 ^{bc}	102.56±1.07 ^b
C	75.06±0.07 ^a	198.00±2.52 ^b	101.25±0.52 ^b	210.14±3.32 ^b	96.25±2.99 ^{bc}	108.89±2.89 ^a

Data represents mean±SD.

¹⁾ IR, IBR mean Ilmi white rice, Ilmi brown rice respectively and A, B, C mean soft brown rice.

^{a-d} Values with different superscripts in the same column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 5. Textural properties of cooked white and brown rice, soft brown rice using texture analyzer and sensory difference test

Textural properties	Rice ¹⁾				
	IR	IBR	A	B	C
Instrumental analysis					
Hardness (kg)	1.68±0.21 ^c	2.75±0.20 ^a	2.73±0.14 ^a	2.36±0.12 ^b	2.44±0.31 ^b
Adhesiveness	-75.26±30.89	-68.50±21.70	-46.39±18.20	-71.14±14.33	-48.44±16.93
Springiness	0.57±0.08 ^a	0.41±0.05 ^b	0.36±0.04 ^b	0.35±0.02 ^b	0.44±0.12 ^b
Cohesiveness	0.40±0.02 ^a	0.27±0.01 ^b	0.26±0.01 ^b	0.27±0.02 ^b	0.26±0.03 ^b
Chewiness	385.37±78.71 ^a	316.09±60.50 ^{ab}	262.62±31.29 ^b	230.82±34.04 ^b	292.69±31.96 ^{ab}
Sensory evaluation (difference test)					
Hardness	4.91±1.35 ^c	6.93±1.29 ^a	6.57±1.33 ^a	5.53±1.50 ^b	5.67±1.37 ^b
Adhesiveness	4.53±1.46 ^{ab}	4.04±1.54 ^b	4.50±1.59 ^{ab}	5.13±1.33 ^a	5.00±1.31 ^a
Cohesiveness	4.27±1.32 ^{abc}	3.67±1.21 ^c	4.07±1.34 ^{bc}	4.77±1.52 ^a	4.67±1.56 ^{ab}
Stickiness	4.13±1.52 ^{bc}	3.44±1.22 ^c	4.03±1.75 ^{bc}	4.93±1.51 ^a	4.67±1.63 ^{ab}
Roughness	3.71±1.39 ^c	6.40±1.48 ^a	5.87±1.55 ^a	4.93±1.36 ^b	5.17±1.46 ^b

Data represents mean±SD.

¹⁾ IR and IBR mean Ilmi white and brown rice, three kinds of soft brown rices (A, B, C).

^{a-c} Values with different superscripts in the same row are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

부착성은 밥맛을 평가하는데 가장 중요한 요소로써 아밀로스 함량에 따라 결정되는데, 경도와 아밀로스 함량과는 양의 상관관계이고 부착성과는 음의 상관관계를 갖는다고 보고하였다(Naito S & Ogawa T 1998, Yu S 등 2010). 이는 아밀로스가 취반 중 용출되어 쌀알에 코팅막을 형성하여 밥의 경도에 영향을 주었기 때문이다(Yu S 등 2009). 또한 Park HW & Woo KJ(1991)는 밥의 경도는 쌀알의 수분흡수 양상과도 관련이 있어 수분흡수력이 높을수록 경도가 낮다고 하였고 본 결과와 유사하였다.

연질현미 B와 C는 일미현미와 연질현미 A에 비해 아

밀로스 함량이 낮고 수분흡수율이 높았다. 이는 밥의 경도와 씹힘성이 낮은 것과 관련이 있으며 밥의 텍스처는 아밀로스 함량이 낮고 수분흡수율이 높으면 개선됨을 확인하였다.

6. 밥의 관능적 특성

일미백미를 포함한 4종류의 현미로 밥을 지어 평가한 관능적 특성을 비교한 결과는 Table 6에 제시하였다. 색, 윤기, 쌀알의 완전도, 구수한 냄새, 경도, 부착성, 응집성,

Table 6. Sensory preference test data of cooked white and brown rice, soft brown rice

Attributes	Rice ¹⁾				
	IR	IBR	A	B	C
Color	4.96±1.11 ^b	5.44±1.79 ^{ab}	5.93±1.62 ^a	6.23±1.10 ^a	5.97±1.30 ^a
Glossiness	4.84±1.33 ^b	4.64±1.38 ^b	5.60±1.57 ^a	5.93±1.17 ^a	5.87±1.46 ^a
Intactness	6.51±1.32 ^a	6.09±1.59 ^a	5.50±1.17 ^b	4.97±1.40 ^b	5.30±1.26 ^b
Roasted flavor	4.80±1.04 ^b	6.31±1.28 ^a	5.93±1.23 ^a	6.07±1.23 ^a	6.07±1.01 ^a
Hardness	5.64±1.25 ^a	4.16±1.59 ^b	4.67±1.88 ^b	5.80±1.24 ^a	5.40±1.59 ^a
Adhesiveness	5.42±1.41 ^a	4.38±1.51 ^b	4.90±1.79 ^{ab}	5.47±1.14 ^a	5.37±1.27 ^a
Cohesiveness	5.11±1.34 ^a	4.13±1.38 ^b	4.93±1.57 ^a	5.37±1.27 ^a	5.33±1.73 ^a
Stickiness	4.91±1.40 ^{ab}	4.16±1.41 ^b	4.93±1.87 ^{ab}	5.47±1.14 ^a	5.30±1.88 ^a
Roughness	5.67±1.22 ^a	3.93±1.39 ^c	4.70±1.44 ^b	5.80±1.24 ^a	5.17±1.53 ^{ab}
Overall quality	5.13±1.24 ^c	3.98±1.08 ^d	5.43±1.33 ^{bc}	6.37±1.25 ^a	5.93±1.46 ^{ab}

Data represents mean±SD.

¹⁾ IR and IBR mean Ilmi white and brown rice, three kinds of soft brown rices (A, B, C).

^{a-d} Values with different superscripts in the same row are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

끈기, 거칠음성과 전반적 품질에서 모두 유의적인 차이가 있었다($p<0.05$). 선호도조사 결과 색과 윤기는 연질현미가 높아 유의적이었으며 연질현미 간에는 차이가 없었다. 이는 평가원들이 현미밥에 대해 긍정적인 생각을 갖고 있음을 확인할 수 있었고 연질현미 전분의 아밀로펙틴 함량이 높은 것이 윤기에 영향을 준 것으로 생각되었다. 구수한 냄새는 현미와 백미간에 차이를 보였으며 완전도는 일미백미와 현미가 모두 높은 점수를 받았다. 밥의 텍스처 특성인 경도, 부착성, 응집성 및 거칠음성 등은 백미밥과 연질현미 B와 C가 높은 점수를 받았고 일미현미밥이 가장 낮았다. 이는 연질현미 중 B와 C는 현미이지만 밥을 지으면 백미와 유사한 텍스처를 보였음을 확인하였고 현미로 섭취하는 목적으로 사용하는 새로운 품종으로 가능성이 있음을 알 수 있었다. 특히 전반적인 품질에서 연질현미 B는 가장 높은 점수로 9점 점수법에서 6.37, 연질현미 C와 A는 각각 5.93, 5.43으로 백미밥의 5.13보다 높은 점수로 유의적인 차이를 보였다. 이에 반해 기존의 현미인 일미현미는 3.98로 보통보다 나쁜 품질을 보여 현미형태로 취반할 경우에 연질현미에 해당하는 품종의 개발이 필요하며 이에 대한 지속적인 연구가 진행될 필요가 있음을 확인하였다.

Lee CH & Park SH(1982)의 연구에서는 밥맛을 평가할 때 텍스처 특성치가 중요 요소로 파악되었고 이 중 경도, 응집성, 탄력성, 부착성이 영향을 주어 탄력성과 부착성은 선호도와 정의 상관 관계를, 응집성과 견고성은 부의 상관성을 나타내었다. 본 결과에서는 텍스처 특성치의 선호도가 높을수록 전반적인 품질과 상관성이 높았다. 연질현미 중에서는 B가 가장 좋은 품질의 밥을 지을 수 있는 쌀로 평가되었는데 이는 연질현미의 텍스처 특성치뿐만 아니라 색, 윤기, 구수한 냄새들의 요인이 종합적으로 영향을 준 것으로 생각되었다.

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 현미상태로 밥을 지었을 때의 밥맛의 문제점을 개선하기 위해 개발된 연질현미 3종류의 이화학적 취반특성을 밥맛이 우수한 일미백미와 일미현미와 함께 비교하였다. 5종의 쌀은 일반성분과 총식이섬유 함량에서 유의적인 차이를 보였으며 회분, 단백질, 총식이섬유 함량은 연질현미가 일미현미에 비해 높았다. 쌀알의 경도는 현미에 비해 연질현미가 낮았다. 쌀알의 수분흡수율은 백미는 30분, 현미는 4-6시간 이후 수분흡수율의 변화가 적었으며 연질현미는 현미보다 높은 수분흡수율을 보였고 연질현미 중에서 B가 가장 높았다. 쌀가루의 물결합능력은 유의차가 없었고 겉보기 아밀로스함량은 연질현미가 일미보다 낮았다. 쌀가루 호화액의 호화특성은 호화개시온도, 모든 점도가 유의적이었으며 백미, 연질현

미 A와 C, 연질현미 B와 일미현미가 유사한 경향을 보였다. 쌀가루와 밥의 색도는 백미와 현미간에 차이를 보였다. 밥의 텍스처를 기계적, 관능적 평가를 실시한 결과 각각 경도, 부착성, 탄성, 응집성, 씹힘성, 경도, 부착성, 응집성, 끈기, 거칠음성에서 유의적 차이를 보였으나($p<0.05$) 그 경향은 같지 않았다. 선호도 평가 결과 연질현미가 색, 윤기, 구수한 냄새, 텍스처 특성치에서 높은 점수를 나타내었고 전반적인 품질에서 연질현미 B가 가장 우수하였고 연질현미 C, A, 일미 백미순으로 낮은 점수를 보였지만 보통 이상의 품질을 나타냈다. 하지만 일미현미는 낮은 점수로 밥으로 섭취하기에는 적당하지 않음을 알 수 있었다. 이로부터 현미밥을 지어 섭취할 때는 기존의 품종과는 다른 연질현미에 속하는 품종을 개발하는 것이 필요하므로 지속적인 연구가 진행되어야 함을 확인하였다.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

Acknowledgments

This research was supported by high value-added food technology development program (316069-3), Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.

References

- AOAC. 2000. Official methods of analysis. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA. Method 44-15.02(moisture), 46-13.01(protein), 08-01.01(ash), 30-10.01(crude fat).
- Bechtel DB, Pomeranz Y. 1978. Implication of the rice kernel structure in storage, marketing, and processing: A review. *J Food Sci* 43(5):1538-1542.
- 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(3):15-32.
- Choe JS, Ahn HH, Nam HJ. 2002. Comparison of nutritional composition in Korean rices. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31(5):885-892.
- Han GJ, Park HJ, Lee HY, Park YH, Cho YS. 2008. Cooking techniques to improve the taste of cooked rice: Optimal cooking conditions for top rice cultivars. *Korean J Food Cook Sci* 24(2):188-197.
- Han SH, Choi EJ, Oh MS. 2000. A comparative study on cooking qualities of imported and domestic rices (*Chucheong byeo*). *Korean J Soc Food Sci* 16(1):91-97.

- Jang KA, Shin MG, Hong SH, Min BK, Kim KO. 1996. Classification of rices on the basis of sensory properties of cooked rices and physicochemical properties of rice starches. *Korean J Food Sci Technol* 28(1):44-52.
- Juliano BO. 1985. Physicochemical properties of rice in rice: Chemistry and technology. 2nd ed, AACC, St. Paul, MN, USA. pp 496-497.
- Juliano BO, Bechetel DB. 1985. The rice grain and its gross composition. pp 17-58. In: Rice: Chemistry and technology. Juliano BO (ed.). American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.
- Kang EJ, Yoo YM, Cho EK, Choi EH, Jeon HR, Lee JK. 2013. Effects of infrared heating on cooking properties of brown rice. *Food Eng Prog* 17(1):19-23.
- Kim HY, Hwang IG, Kim TM, Woo KS, Park DS, Kim JY, Kim DJ, Lee J, Lee YR, Jeong HS. 2012. Chemical and functional components in different parts of rough rice (*Oryza sativa* L.) before and after germination. *Food Chem* 134(1):288-293.
- Kim JY, Baek SH. 2012. Hydration and cooking properties of brown rice scratched with a knife. *Korean J Food Sci Technol* 44(6):722-727.
- Kim KA, Jung LH, Jeon ER. 1995. Effect of cooking condition on the eating quality of cooked brown rice. *Korean J Soc Food Sci* 11(5):527-535.
- Kim SK, Shin MS. 1996. Effect of water/rice ratio on the characteristics of cooked rice during storage. *Korean J Hum Ecol* 5(1):81-88.
- Kim SK, Jeong SJ, Kim K, Chae JC, Lee JH. 1984. Tentative classification of milled rice by sorption kinetics. *J Korean Agric Chem Soc* 27(3):204-210.
- Kim SR, Ahn JY, Lee HY, Ha TY. 2004. Various properties and phenolic acid contents of rice bran and rice brans with different milling fractions. *Korean J Food Sci Technol* 36(6):930-936.
- Kim MH. 1992. Effects of soaking conditions on the texture of cooked rice. *Korean J Food Sci Technol* 24(5):511-514.
- Kum JS, Lee CH, Baek KH, Lee SH, Lee HY. 1995. Influence of cultivar on rice starch and cooking properties. *Korean J Food Sci Technol* 27(3):365-369.
- Lee CH, Park SH. 1982. Studies on the texture describing terms of Korean. *Korean J Food Sci Technol* 14(1):21-29.
- Lee HJ, Byun SM, Kim HS. 1988. Studies on the dietary fiber of brown rice and milled rice. *Korean J Food Sci Technol* 20(4):576-584.
- Lii CY, Tsai ML, Tseng KH. 1996. Effect on amylose content on the rheological property of rice starch. *Cereal Chem* 73(4):415-420.
- Lim SB, Kang MS, Jwa MK, Song DJ, Oh YJ. 2003. Characteristics of cooked rice by adding grains and legumes. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32(1):52-57.
- Medcalf DG, Gilles KA. 1965. Wheat starches. I. Comparison of physicochemical properties. *Cereal Chem* 42(6):558-568.
- Moongnarm A, Saetung N. 2010. Comparison of chemical compositions and bioactive compounds of germinated rough rice and brown rice. *Food Chem* 122(3):782-788.
- Naito S, Ogawa T. 1998. Tensipresser precision in measuring cooked rice adhesiveness. *J Texture Stud* 29(3):325-335.
- Okabe M. 1979. Texture measurement of cooked rice and its relationship to the eating quality. *J Texture Stud* 10(2):131-152.
- Park JW, Chae SH, Yoon S. 2009. The effects of steeping and cooking pressure on qualities of cooked brown rice. *Korean J Food Cult* 24(1):69-76.
- Park WH, Woo KJ. 1991. The hydration properties and the cooking qualities of various brown rices. *Korean J Soc Food Sci* 7(2):25-40.
- Parnsakhorn S, Langkapin J. 2013. Changes in physicochemical characteristics of germinated brown rice and brown rice during storage at various temperatures. *Agric Eng Int: CIGR J* 15(2):293-303.
- Sandhya RMR, Bhattacharya KR. 1995. Microscop of rice starch granules during cooking. *Starch/Stärke* 47(9):334-337.
- Schoch TJ. 1964. Swelling power and solubility of granular starches. pp 106-108. In: Methods in carbohydrate chemistry. Whistler RL (ed.). Academic Press, New York, NY, USA.
- Sirisontaralak P, Nakornpanom NN, Koakietdumrongkul K, Panumaswiwath C. 2015. Development of quick cooking germinated brown rice with convenient preparation and containing health benefits. *LWT-Food Sci Technol* 61(1):138-144.
- Song BH, Kim DY, Kim SK. 1988. Comparison of hydration and cooking rates of brown and milled rices. *J Korean Agric Chem Soc* 31(2):211-216.
- Sowbhagya CM, Ramesh BS, Bhattacharya KR. 1987. The relationship between cooked-rice texture and the physicochemical characteristics of rice. *J Cereal Sci* 5(3):287-297.
- Wi EI, Park JH, Shin MS. 2013. Comparison of physicochemical properties and cooking quality of Korean organic rice varieties. *Korean J Food Cook Sci* 29(6):785-794.
- Williams PC, Kuzina FD, Hlynka I. 1970. Rapid colorimetric procedure for estimating the amylose content of starches and flours. *Cereal Chem* 47:411-420.
- Yu S, Ma Y, Sun DW. 2009. Impact of amylose content on starch retrogradation and texture of cooked milled rice during storage. *J Cereal Sci* 50(2):139-144.
- Yu S, Ma Y, Sun DW. 2010. Effects of freezing rates on starch retrogradation and textural properties of cooked rice during storage. *LWT-Food Sci Technol* 43(7):1138-1143.
- Yun HR, Kim JM, Shin M. 2015. Quality and storage characteristics of gluten-free rice pound cakes with different ratios of germinated brown rice flour. *Korean J Food Cook Sci* 31(6):781-790.

Received on Jun.16, 2016/ Revised on Jul.7, 2016/ Accepted on Jul.19, 2016