

전통 올벼쌀의 품질과 호화 특성

박종대[†] · 최봉규 · 금준석 · 이현유
한국식품연구원

Quality and Pasting Properties of Traditional *Olbyeossal*

Jong-Dae Park[†], Bong-Kyu Choi, Jun-Seok Kum and Hyun-Yu Lee
Korea Food Research Institute, Seongnam 463-746, Korea

Abstract

This study investigated the physicochemical properties of traditional *Olbyeossal* (Korean-style parboiled waxy rice) and other rices (dried cooked rice, germinated brown rice, and waxy brown rice). *Olbyeossal* had a moisture content of 12.7%, a crude fat level of 1.0%, a crude ash content of 0.9%, and a crude protein value of 6.3%. The color values were 58.63 (L value), 0.83 (a value) and 21.73 (b value). The water adsorption index (WAI) of *Olbyeossal* was 6.2 g/g after 40 min steeping at room temperature, which was much higher than the WAI of the other rices. The hardness of *Olbyeossal* (10.5 kgf) was higher than those of other rices (7.5~8.9 kgf). The initial pasting temperatures of *Olbyeossal*, dried cooked rice (DCR), germinated brown rice (GBR) and waxy brown rice (WBR) were 39.5°C, 43.5°C, 65.0°C, and 64.5°C, respectively. The breakdown and total setback viscosities of *Olbyeossal* (70 B.U., 50 B.U.) and WBR (10 B.U., 30 B.U.) were lower than those of DCR (120 B.U., 275 B.U.) and GBR (142 B.U., 340 B.U.).

Key words : *Olbyeossal*, parboiled rice, physicochemical properties, pasting

서 론

올벼쌀은 식량이 부족했던 시절에 우리 조상님들이 수확기가 늦어지게 되면 추석 전에 덜 익은 미숙한 벼를 수확하여 가마솥에서 수증기로 찌고 벌에 말려서 영양소 손실이 적도록 현미로 도정하여 식용으로 사용하거나 간식으로도 즐겨 먹었던 기호성 쌀 가공제품으로 올벼쌀, 올개쌀, 올쌀이라는 이름으로 전해져 왔다(1). 올벼쌀은 몸에 좋은 찰쌀로 증자 후 현미 도정을 함에도 불구하고 백미에 비교하여 기능적 우수성과 품질특성에 대해 체계적인 연구가 전혀 수행된 바 없고, 소비자의 인식 부족 등으로 거의 보급이 되지 않고 있는 실정이다. 또한 전래되어온 전통적인 방법으로 제조하여 판매하고 있는 올벼쌀은 도로변에서 태양건조 하는 등 주요 공정이 위생적으로 안전하지 못하여 현대적인 제품으로 변화할 필요성이 있다.

최근에 보성농협에서는 올벼쌀의 산업화에 성공하면서

년중 판매할 수 있는 시스템을 갖추게 되었으며, 주요 공정으로는 원료 미숙 찰쌀벼를 수확하여 세척, 선별하고 침지(12-24 h), 증자(2 h), 태양건조(10 h), 제현, 현미도정, 포장하여 제품을 생산한다. 올벼쌀은 빠르게 변화하는 시대적 요구에 부응하여 쌀 중심인 우리나라 식단에서 현대적 사회 구조 변화에 적합한 호화된 형태의 쌀로 직접 식용이 가능하며, 기호성 제품 소재로도 적합하여 쌀 소비 촉진을 위한 쌀 가공 제품으로 크게 기대되는 품목중 하나이다. 올벼쌀과 유사한 방법으로 제조한 파보일드미(parboiled rice)는 파보일 시스템이나 열처리 정도에 따라서 다양한 질의 쌀을 얻을 수 있으며 벼의 완전수율의 증가, 도정 중 영양소 손실 방지, 손상 또는 젖은 벼의 구제, 소비자의 기호성 증진 저장성의 증대 등의 장점이 있다. 파보일링에 의한 변화는 화학적인 것보다 주로 물리적인 변화이며 사용된 제조기술과 밀접한 관련이 있다(2,3). 파보일링에 의한 파보일미는 췌미가 적어지기 때문에 도정수율이 증가되고(4) 쌀알의 구조는 더 조밀하고 투명하며 광택이 나게 되고, 신장도도 증가한다(5,6). 특히 pressure parboiling법으로 제조한 파보일미의 완전립 수율은 더욱 증가한다(7).

[†]Corresponding author. E-mail : jdpark@kfri.re.kr,
Phone : 82-31-780-9211, Fax : 82-31-780-9059

지금까지 전통 올벼쌀에 대한 체계적인 연구는 전무하며 그 유래와 제조방법은 서양의 파보일드미와 유사하다고 할 수 있으나(3), 조리없이 식용으로 바로 먹거나 간식 대용으로 휴대하면서 섭취할 수 있는 올벼쌀의 특징은 우리나라만의 고유 전통문화 산물이다.

따라서 본 연구진은 올벼쌀을 현대적인 쌀 가공제품으로 계승발전시키고자 품질특성, 영양적 특성, 기능적 특성 등에 대한 다양한 연구를 진행 중이다. 그러한 연구 결과의 하나로 전통 올벼쌀의 품질과 호화특성을 측정하여 제시함으로써 다양한 가공제품군으로 개발할 수 있는 기초 자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 시료는 2005년산으로써 찰쌀현미(신선찰벼, 보성산), 올벼쌀(보성농협), 발아현미(장세순 발아현미), 건조햇반(60°C/3.5 hr 건조, CJ사)을 사용하였다. 찰쌀현미는 올벼쌀의 원료인 미숙 신선찰벼 도정한 것을 2005년 9월에 보성농협에서, 올벼쌀은 보성농협에서 미숙 신선찰벼로 가공생산한 올벼쌀 제품을, 발아현미와 햇반은 성남시 E마트에서 구입하였다. 이들을 실험실용 분쇄기(Cyclotec sample mill 1093, Tecater Co., Ltd, Sweden)로 분말을 만들어 100 mesh 표준망체 통과시켜 얻은 것을 시료로 사용하였다.

일반성분 분석

A.O.A.C. 방법(8)에 의해 수분함량은 105°C 상압가열 건조법, 조단백질 함량은 semimicro kjeldahl법으로 측정하였으며 질소회산계수는 5.95로 하였다. 조지방 함량은 soxhlet법, 조회분은 직접회화법으로 측정하였다.

색도

색도는 색차계(Color and Color Difference meter, Model No, CR-300, Minolta Co., Japan)를 이용하여 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 및 전체적인 색 차이를 보기 위해 ΔE값으로 나타내었다. ΔE값은 $(\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$ 으로 계산하였으며 표준판(White standard plate)은 L: 96.86, a: -0.07, b: 2.02였다.

수분흡수지수, 수분용해지수

Anderson 방법(9)으로 측정하였다. 시료 2.5 g을 30 mL의 증류수를 넣은 원심분리관에서 분산시키고 가끔 흔들어 주면서 실온에서 30분간 방치한 다음 실온 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하였다. 상등액은 미리 항량을 구한 수분정량 수기에 넣어 고형분량을 구하여 수분흡수지수(WSI)

를 산출하였으며, 침전물의 무게를 측정하여 수분용해지수(WAI)를 산출하였다. 즉, WSI는 상기조건에서 상등액으로 용해된 회분의 백분율로 나타내었고, WAI는 건조시료 1 g에 함유된 수분함량 g으로 나타내었다. 시간에 따른 WAI, WSI의 변화는 실온에서 방치한 시간에 변화를 주어 측정하였다.

조직감 특성

시료 100개를 무작위로 선정하여 texture analyser (Model XT-RA Dimension V3.7A, Stable Micro Systems) 직경 2.0 cm의 plunger를 사용하여 rupture mode에서 측정하였고, 이때 plunger의 strain은 40%, test speed 5.0 mm/sec, pre test speed 1.7 mm/sec, post test speed 5.0 mm/sec 이었다. 측정항목은 hardness를 측정하였으며, 올벼쌀의 단단한 정도를 비교검토하기 위하여 유사한 곡류인 아몬드와 땅콩을 함께 측정하였다.

호화 특성

시료의 호화특성은 brabender visco amylograph(Brabender, model 800200, Germany)를 이용하여 amylogram 특성과 호화온도를 Juliano 등의 방법(10)에 의하여 측정하였다. 먼저 쌀가루의 수분을 측정하여 다음 식으로 보정하여 시료의 양을 결정하였다.

$$Y = \frac{(a \times b / 100)}{[(100 - c - b) / 100]}$$

- Y : 쌀가루 시료의 양(g)
- a : 가한 증류수(g)
- b : 쌀가루의 농도(%)
- c : 쌀가루의 수분함량(%)

Amylogram 특성은 위의 식에 의하여 쌀가루 현탁액을 8%(w/w)로 제조하여, 35°C에서 95°C까지 1.5°C/min의 속도로 가열하여, 95°C에서 15분간 유지시킨 다음 다시 동일한 속도로 50°C까지 냉각시킨 후 amylogram을 얻었다. 위의 amylogram으로부터 최고점도(peak viscosity, P)와 95°C에서 15분간 유지시킨 후의 점도(hot paste viscosity, H), 50°C에서 30분간 유지시킨 후의 점도(cold paste viscosity, C), breakdown(P-H), total setback(C-H), setback(C-P)을 산출하였다. 단위는 Brabender Unit(B.U.)로 나타내었다.

미세구조

각각의 시료는 gold-polladium으로 ion sputter(C1010 Hitachi, Japan)를 이용하여 coating한 다음 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope S2380N, Hitachi, Japan)을

사용하여 단면 전분입자 미세구조를 보기 위하여 300배에서 검경하여 나타내었다.

결과 및 고찰

일반성분

일반성분 분석결과는 Table 1과 같다. 찰현미의 수분함량은 13.4%이나 올벼쌀은 12.7%로 약간 낮았다. 찰현미의 조지방, 회분, 조단백 함량이 2.2%, 1.3%, 7.2%로 가장 높은 함량을 나타냈다. 올벼쌀의 조지방, 회분, 조단백 함량은 1.0%, 0.9%, 6.3%로 찰현미 보다 낮은 값을 보였으나 Heinemann 등(11)의 parboiled brown rice의 일반성분 측정결과와 유사한 값을 나타내었다. 올벼쌀과 건조햇반의 조지방 함량은 비슷한 수준이었으나 회분과 조단백질 함량은 건조햇반 보다 높은 값을 보였다.

Table 1. Proximate composition of *Olbyeossal* and other rices (unit : %)

Samples	Moisture contents	Crude fat	Crude ash	Crude protein
Dried cooked rice	9.7±0.03 ¹⁾	1.1±0.05	0.2±0.04	5.9±0.14
<i>Olbyeossal</i>	12.7±0.08	1.0±0.02	0.9±0.08	6.3±0.02
Germinated brown rice	11.1±0.05	2.2±0.07	1.0±0.04	6.3±0.04
Waxy brown rice	13.4±0.03	2.2±0.05	1.3±0.04	7.2±0.03

¹⁾Mean of triplication ± standard deviations.

색 도

Lightness를 나타내는 L값은 올벼쌀이 58.6으로 다른 시료 보다 낮은 값을 나타내었고 건조햇반이 67.72로 높은 수준이었다. Yellowness를 나타내는 b값 측정 결과 건조햇반은 8.3으로 가장 낮은 값을 나타내었으며, 올벼쌀은 21.7, 발아현미 23.2, 찰쌀현미 21.8로 올벼쌀은 현미에 가까운 Yellowness를 나타내었는데 이는 원료 찰쌀벼를 증자하는 과정에서 벼의 색이 전이되거나 또는 현미 도정 때문으로 판단된다. 색깔차이를 보기 위한 ΔE값은 올벼쌀이 43.0로 다른 시료보다 높은 값을 나타내어 표준색판과 색의 차이가 가장 큰 것으로 측정되었다(Table 2).

Table 2. Color values of *Olbyeossal* and other rices

Samples	Color value ¹⁾			ΔE ²⁾
	L	a	b	
Dried cooked rice	67.7±2.2 ³⁾	-1.9±0.1	8.3±0.2	29.9
<i>Olbyeossal</i>	58.6±0.7	0.4±0.2	21.7±0.5	43.0
Germinated brown rice	63.8±1.5	2.5±0.6	23.2±0.3	39.3
Waxy brown rice	69.1±1.5	1.8±0.2	21.8±0.8	34.1

¹⁾L: Lightness, a: (+) redness (-) greenness, b: (+) yellowness (-) blueness.

²⁾ΔE = (ΔL² + Δa² + Δb²)^{1/2}.

³⁾Mean of five replication ± standard deviations.

수분흡수지수와 수분용해지수

올벼쌀의 수분흡수지수와 수분용해지수를 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 올벼쌀의 WAI는 침지초기에 급격히 증가하는 양상을 보였다. 침지 5분 만에 4.76 g/g 수준으로 건조햇반 3.34 g/g에 비해 상당히 빠른 흡수속도를 나타내었고, 침지시간이 증가함에 따라 흡수량도 현저히 증가하였다. Induhara(12)와 Biswas 등(13)의 연구에서도 파보일미가 실은 상태에서 수화력이 빠르게 증가했다고 보고하여 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다. 이는 호화로 인해 쌀의 결정구조가 파괴되어 비결정구조로 되어 물분자와 접촉 면적이 넓어 전분의 -OH기와 물분자간에 수소결합이 쉽게 형성되기 때문인 것으로 알려져 있다(14,15). 반면 발아현미와 찰현미의 WAI는 침지시간에 따른 수분흡수율은 거의 변화가 없었다. 침지시간에 따른 건조햇반, 발아현미 WSI는 침지 초기인 5분 이후에는 거의 변화가 없어, Kim 등(16) 햅쌀과 저장쌀의 수분용해지수(WSI) 측정 결과 유의적 차이가 없다는 보고와 유사한 결과를 보였다. 찰현미, 발아현미는 낮은 수분용해지수를 보였으며, 올벼쌀은 시간이 증가할수록 WSI도 증가하여 40분 후 수분용해지수가 4.75%로 가장 높은 값을 보여 전분 용출이 많은 것으로 판단된다.

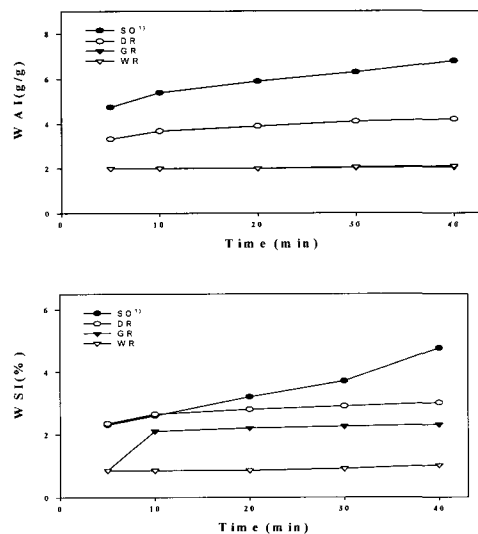


Fig. 1. Water absorption index and water solubility index of *Olbyeossal* and other rices.

¹⁾SO : Shinsun *Olbyeossal*, DR : Dried cooked rice GR : Germinated brown rice, WR : Waxy brown rice and mean of triplication ± standard deviations.

조직감

경도 측정 결과 건조햇반 7.0 kgf, 찰현미 8.9 kgf, 올벼쌀 10.5 kgf, 발아현미 7.5 kgf로 측정되어 다른 시료보다 높은 경도를 나타냈다(Fig. 2). 곡류 이외에 아몬드와 땅콩의 경도 측정결과 8.1 kgf, 4.9 kgf로 측정되어 올벼쌀의 딱딱한 정도를 판단할 수 있었다. 올벼쌀의 조직감은 관련생산업체에서 일반 쌀포장지 재질로 연포장하여 유통하기 때문에

부패나 변질을 우려하여 수분함량을 12.7% 이하로 건조하여 경도 값이 매우 높은 것으로 판단된다. 이미 호화를 시킨 상태로 바로 먹을 수 있는 올벼쌀은 딱딱한 조직감이 가장 큰 개선점으로 지적되고 있다. 전래되는 방법으로는 먹기 하루 전에 물을 분무하여 수분함량을 증가시켜 경도를 저하시킴으로써 씹기가 용이하게 한다. 그러나 산업적 가공제품을 개발하고자 한다면 올벼쌀의 최적 조직감을 개선하는 것이 우선적으로 필요할 것으로 판단된다.

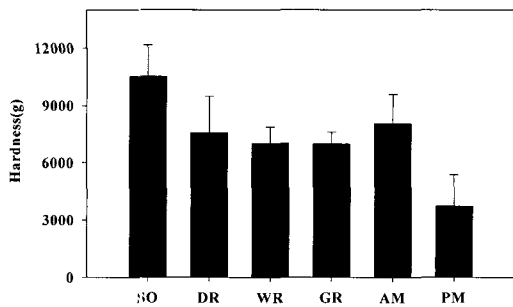


Fig. 2. Hardness of *Olbyeossal* and other rices.

SO : *Shinsun Olbyeossal*, DR : Dried cooked rice GR : Germinated brown rice, WR : Waxy brown rice, AM : Almond, PN : Peanut and mean of twenty replication \pm standard deviations.

호화 특성

쌀 종류별 amylogram 호화특성 측정 결과는 Fig. 3과 같다. 올벼쌀의 호화특성 측정 결과 호화개시온도가 39.5℃로 다른 시료보다 낮은 값을 나타내어 초기호화가 빨리 시작됨을 알 수 있었다. Biliaderis 등(17)은 전분의 경우 초기호화온도는 전분입자의 결정에 영향을 받으며 이는 아밀로펙틴의 분지정도와 상관관계가 있다고 보고하여 분지도가 높을수록 결정성이 낮고 호화온도를 낮춘다는 보고와 유사한 결과를 보였으나, Park 등(18)은 파보일링에 의하여 호화개시온도가 높아지고 호화개시 시간도 길어진다고 보고하여 본 실험과 차이를 보였다. Peak viscosity는 380 BU으로 발아현미와 유사한 값을 나타내었으나, break down, setback 값은 70 BU, -20 BU으로 건조햇반과 발아현미 보다 낮은 값을 나타내어 break down은 아밀로스 함량과 음의 상관을 보인다는 Juliano(19)의 보고와 유사한 결과를 나타내었다.

미세구조

미세구조 측정 결과는 Fig. 3과 같다. 올벼쌀(A), 건조햇반(B) 제품의 절단면을 측정한 결과 쌀이 호화되었기 때문에 쌀 전분입자가 파괴되어 전분입자가 보이지 않았다. 반면에 가공하지 않은 발아현미(C), 찰현미(D) 시료는 다각형의 전분구조를 나타내었다. 호화되어 바로 식용이 가능한 올벼쌀의 구조 관찰결과 수분흡수지수(WAI)가 초기에 급격히 상승하는 것을 확인해 주는 자료이다.

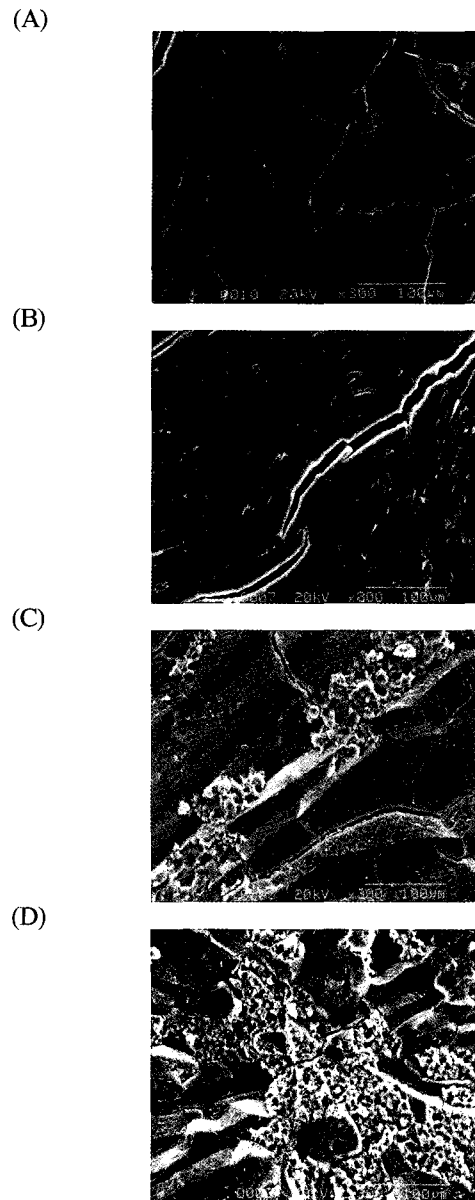


Fig. 3. Scanning electron micrographs (SEM) of cross-section for *Olbyeossal* and other rices.

(A) : Dried cooked rice, (B) : *Shinsun Olbyeossal*, (C) : Germinated brown rice, (D) : Waxy brown rice.

Table 3. Pasting characteristics for *Olbyeossal* and other rices (unit : B.U)

Samples	Pasting temp (°C)	Peak viscosity (P)	Hot paste viscosity (H)	Cold paste viscosity (C)	Break down (P-H)	Total setback (C-H)	Setback (C-P)
Dried cooked rice	43.5 \pm 3.1 ¹⁾	420 \pm 23	300 \pm 11	575 \pm 33	120 \pm 9	275 \pm 13	155 \pm 17
<i>Olbyeossal</i>	39.5 \pm 1.2	380 \pm 16	310 \pm 20	360 \pm 15	70 \pm 2	50 \pm 3	-20 \pm 1
Germinated brown rice	65.0 \pm 2.5	317 \pm 8	175 \pm 10	515 \pm 25	142 \pm 12	340 \pm 15	199 \pm 20
Waxy brown rice	64.5 \pm 1.0	400 \pm 5	300 \pm 2	600 \pm 3	100 \pm 1	300 \pm 0	200 \pm 1

¹⁾Mean of replication \pm standard deviations.

요 약

전통 올벼쌀의 품질특성 측정 결과 수분은 12.7%, 조지방, 회분, 조단백 함량은 1.0%, 0.9%, 6.3%로 측정되었다. 전체적인 색차이를 보기 위한 ΔE 값은 올벼쌀이 43.0로 다른 시료보다 높은 값을 나타내어 표준색판과 색의 차이가 가장 큰 것으로 측정되었다. 올벼쌀의 수분흡수지수는 침지초기에 급격히 증가하는 양상을 보였다. 침지 5분만에 4.76 g/g 수준으로 건조햇반 3.34 g/g에 비해 상당히 빠른 흡수속도를 나타내었고, 침지시간이 증가함에 따라 흡수량도 현저히 증가하였다. 올벼쌀은 시간이 증가할수록 수분용해지수도 증가하여 40분 후 수분용해지수가 4.75%로 가장 높은 값을 보여 전분 용출이 많은 것으로 판단된다. 경도 측정 결과 건조햇반 7.0 kgf, 찰현미 8.9 kgf, 올벼쌀 10.5 kgf, 발아현미 7.5 kgf로 측정되어 다른 시료보다 높은 경도를 나타냈다. 올벼쌀의 호화특성 측정결과 호화개시온도가 39.5°C로 다른 시료보다 낮은 값을 나타내어 초기호화가 빨리 시작됨을 알 수 있었다. 결과적으로 올벼쌀과 건조햇반, 발아현미, 찰현미는 다른 품질특성을 나타내므로 올벼쌀을 이용한 가공제품 개발시 기존과 다른 가공기술을 이용해야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Park, J.D., Lee, H.Y., Kim, D.C., Kim, Y.W., Hong, S.I., Kim, H. and Choi, B.K. (2005) Quality improvement and product development of *Olbyeossal*. KFRI report
2. Bhattacharya, K.R. (1985) Rice Chemistry and Technology. Juliano, B.O.(ed). American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA. p.289-304
3. Burns, E.E. (1972) Rice chemistry and technology. Huston, D.F.(ed). American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA. p.419-427
4. Filho, S.S. (1986) Economic and social benefits of rice parboiling. Lavoura Arroz, 39, 19-26
5. Bhattacharya, K.R., Sowbhagya, C.M. and Indudhara Swamy, Y.M. (1972) Some physical properties of paddy and rice and their interrelation. J. Sci. Food Agric., 23, 171-186
6. Kaur, A., Sekhon, K.S. and Nagi, H.P.S. (1991) Parboiling of rice. J. Food Sci. Technol., 28, 384-385
7. Bhattacharya, K.R. (1969) Breakage of rice during milling and effect of parboiling. Cereal Chem., 46, 478-485
8. AOAC. (1990) Official Methods of Analysis. 15th ed. Method 950.46 Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, U.S.A.
9. Anderson, R.A. (1982) Water absorption and solubility and amylograph characteristics of roll-cooked small grain products. Cereal Chem., 59, 265-271
10. Juliano, B.O., Perez, C.M., Alyoshin, E.P., Romanov, V.B., Bean, M.M., Nishita, K.D., Blakeney, A.B., Welsh, L.A., Delgado, L., Elbaya, A.W., Fussati, G., Kogsere, N., Mendes, F.P., Brilhante, S., Suzuki, H., Tada, M. and Webb, B.D. (1985) Cooperative test on amylograph of milled rice flour for pasting viscosity and starch gelatinization temperature. Starch, 37, 40-43
11. Heinemann, R.J.B., Fagundes, P.L., Pinto, E.A. and Pentead, M.V.C. (2005) Comparative study of nutrient composition of commercial brown, parboiled and milled rice from Brazil. J. Food Composition Anal. 18, 287-296
12. Indudhara, Y.M. and Bhattacharya, K.R. (1971) Hydration of raw and parboiled rice and paddy at room temperatures. J. Food Sci. Technol., 8, 20-24
13. Biswas, S.K. and Juliano, B.O. (1988) Laboratory parboiling procedures and properties of parboiled rice from varieties differing in starch properties. Cereal Chem., 65, 417-423
14. Meuser, F., Klingler, R.W. and Niediek, E.K. (1978) Characterization of mechanically modified starch. Starch, 30, 376-384
15. Multon, J.L., Bizot, H. and Savet, B. (1980) Cereals for Food and Beverages. Inglertrt, G.E. and Munck, L.(ed). Academic press Inc., NY, U.S.A. p.97-101
16. Kim, S.S., Kang, K.A., Choi, S.Y. and Lee, Y.T. (2005) Effect of elevated steeping temperature on properties of wet-milled rice flour. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 34, 414-419
17. Biliaderis, C.G., Grant, D.R. and Bose, J.R. (1981) Studies on amylose, amylopectin and beta-limit dextrins. Cereal Chem., 58, 496-499
18. Park, S.H. and Cho, E.J. (1995) Physical and cooking characteristic properties of parboiled rice. Korean J. Soc. Food Sci., 11, 126-132
19. Juliano, B.O. (1985) Criteria and tests for rice grain qualities. pp. 433-513. In: Rice Chemistry and Technology. Juliano, B.O.(ed). American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, U.S.A.

(접수 2007년 3월 15일, 채택 2007년 5월 25일)