

분무수세 건조한 무세미와 부산물 쇠립의 쌀가루 특성

최소연¹ · 이상효² · 이영택^{1*}

¹경원대학교 생명공학부
²(주)라이스텍

Properties of Rice Flours Prepared from Milled and Broken Rice Produced by Pre-washing Process

So-Yeon Choi¹, Sang-Hyo Lee² and Young-Tack Lee^{1*}

¹Dept. of Food and Bioengineering, Kyungwon University, Seongnam 461-701, Korea

²Ricetech Co., Ansung 456-853, Korea

Abstract

Properties of rice flours prepared from milled and broken rice produced by pre-washing and subsequent drying process were investigated. Compared to untreated ordinary milled rice, pre-washing process slightly increased lightness of rice flour, while decreased yellowness. Both WAI and WSI were higher in the flour from pre-washed rice, and gel consistency was the highest in the flour from pre-washed broken rice. Pre-washed rice showed increased amylograph peak viscosity and reduced setback values. On the other hand, pre-washed broken rice showed decreased peak viscosity and increased setback values. Differential scanning calorimetry (DSC) results showed that the pre-washing process reduced gelatinization onset- and peak temperatures, with increased gelatinization enthalpy. Total bacteria and yeast count were lower in the pre-washed rice, suggesting the pre-washing process could partially eliminate microbial contamination of ordinary milled rice.

Key words: rice flour, pre-washed rice, broken rice, properties, microbial count

서 론

최근 우리나라 국민의 식생활이 서구화 및 다양화함에 따라 주식인 쌀의 소비는 줄어들고 있으며 이러한 추세가 계속된다면 향후 농가의 소득 감소와 쌀 재고량의 증가로 경제적인 손실이 클 것으로 전망된다. 쌀 소비를 촉진하기 위한 대책으로 쌀 가공식품의 다양화를 위해서는 우선적으로 품질이 우수한 쌀가루의 제조가 이루어져야 한다. 쌀가루는 쌀의 품종에 따른 전분의 특성차이 등의 요인 이외에도 쌀가루의 제조시 사용되는 제분기의 종류 및 제분방법 또한 쌀가루의 기능성에 크게 영향을 주는 것으로 알려져 있다(1-5).

쌀의 제분방법에는 기본적으로 건식과 습식제분이 있다. 건식제분은 공정이 간단하고 시간이 절약되는 장점이 있으나 손상전분의 양을 많게 하는 반면 습식제분은 수침과정에 의한 작용으로 인해 쌀가루의 성질이 건식제분과 다르며(6,7), 떡이나 과자류 등의 전통 쌀가공식품의 제조시에는 습식제분에 의한 쌀가루가 이용되고 있다. 그러나 습식제분한 쌀가루는 폐수처리 문제, 건조비용, 미생물 오염에 따른 유통의 개선 등의 문제점이 있다. 습식제분 방법의 단점을 보

완하기 위하여 수분침투방법에 있어서 침지식 방법(soaking) 대신에 분사식 방법(spraying)에 의한 반습식 제분의 활용성이 증가되고 있다(8).

다양한 쌀 가공식품의 개발을 위해서는 식품의 부패, 변질을 막고 유통 저장성을 확보하기 위한 쌀가루의 미생물 측면의 연구가 또한 이루어져야 한다. 미생물에 오염된 쌀은 저장, 가공, 유통 단계에서 품질 저하를 일으키며, 떡류 등과 같은 쌀 가공식품의 저장성 문제는 쌀 가공식품의 유통에 장애 요인으로 작용할 수 있다. 쌀은 수분함량이 낮아 일반적으로 미생물에 의한 안전성이 높은 것으로 인식되어 있지만, 국산 쌀의 미생물 오염 현황을 조사한 결과에 의하면, 쌀은 $10^5 \sim 10^6$ CFU/g의 오염정도를 보여주고 있으며, 열에 저항성을 가지는 포자를 형성하는 *Bacillus cereus* group 균들도 검출되어(9) 쌀 원료의 미생물 안전성은 취약한 상태이다.

최근에 밥을 취반하기 위해서 쌀을 씻어야하는 번거로움을 생략하여 편의성을 증대시킨 무세미가 생산되고 있다. 무세미는 쌀을 세척 및 세정한 다음 열풍에 의해 건조시킴으로서 쌀의 표면에 묻은 이물질과 미생물을 제거함은 물론 쌀의 호분층까지 제거하여 취반시 별도의 수세과정 없이도

*Corresponding author. E-mail: ytleee@kyungwon.ac.kr
Phone: 82-31-750-5565, Fax: 82-31-750-5273

쉽게 밥을 지을 수 있도록 하였다(10).

본 실험에서는 알칼리 이온수로 쌀을 분무수세한 후 건조하여 제조한 무세미와 무세미 제조시 부산물로 생성되는 채미를 이용하여 제조한 쌀가루의 이화학적 특성 및 미생물수를 원료쌀과 비교하여 분석하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

실험에 사용된 쌀은 백미(동진 1호)로 우강농협(충남 당진)으로부터 제공받아 4°C 저장고에 냉장 저장하면서 사용하였다.

무세미 쌀가루의 제조

무세미의 제조는 무세미 제조장치(라이스텍, 경기도 안성)를 이용하여 제조하였다. 무세미의 제조는 원료쌀인 일반백미에 상온의 알칼리 이온수를 2초간 분사하면서 분무수세한 후 즉시 10초간 원심탈수(1,700 rpm)한 후 30°C 터널식 열풍건조기에서 1분 30초간 건조하여 제조하였으며 부산물로서 무세미 채립은 진동사별하여 분리하였다. 무세미와 무세미 채립은 0.5 mm screen을 사용한 Cyclotec sample mill (Tecator, Hoganas, Sweden)을 사용하여 각각 쌀가루로 조제하였다.

색도 측정

쌀가루를 원통형용기(지름×높이, 4 cm×1 cm)에 담아 색차계(CR-300, Minolta, Japan)를 사용하여 L(lightness), a(redness) 및 b(yellowness)값을 측정하였다. 이때 사용한 표준판은 L=92.67, a=-0.83, b=0.86의 값을 가진 백색판이었다.

Water absorption index (WAI), water solubility index (WSI) 및 gel consistency

쌀가루의 WAI와 WSI는 Anderson의 방법(11)에 의해 측정하였다. 60 mesh 이하의 쌀가루 2.5 g과 30 mL 증류수를 50 mL 원심분리 튜브에 넣고 가끔 저어주면서 30분간 방치한 후 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하였다. 상등액은 미리 항량을 구한 수분정량 수기에 담아 건조하여 남은 고형분을 2.5 g 시료에 대한 백분율로서 WSI를 산출하였다. 상등액을 제외한 나머지 침전물, gel의 무게를 시료에 대한 WAI로 계산하였다. 쌀가루의 gel consistency는 Cagampang 등의 방법(12)에 의해 측정하였다. 즉, 쌀가루 100 mg을 시험관에 넣고 0.2 mL의 0.025% thymol blue 용액을 가하여 시료를 젓게 한 후 0.2 N KOH 2 mL를 가하여 vortex mixer로 5초간 혼합하고 즉시 끓는 수조에서 8분간 가열한 후 5분간 실온에서 방치한 다음 얼음물에서 15분간 냉각하여 30분 후 겔이 흐르는 길이를 측정하였다.

Amylograph 측정

쌀가루의 amylograph 특성은 Juliano 등의 방법(13)에 의

하여 8%(w/w)의 시료농도로 Brabender[®] Viscograph (801360, OHG Duisburg, Germany)를 이용하여 측정하였다. 아밀로그래프 측정조건으로 35°C에서 95°C까지 1.5°C/min의 속도로 가열하여, 95°C에서 15분간 유지시킨 다음 다시 동일한 속도로 50°C까지 냉각하여 15분간 유지시킨 후 측정하였다.

DSC 측정

쌀가루의 Differential Scanning Calorimeter(DSC)에 의한 상전이 특성은 Thermal Analysis Data Station(Norwalk, Conn., USA)이 연결된 DSC(Perkin Elmer, Unix DSC 7, USA)에 의해 관찰하였다. DSC는 indium metal에 의해 보정하였고, 시료의 비열의 균형을 잡기 위해 증류수를 넣은 stainless steel pan을 사용하였다. 시료 팬에 시료 9 mg을 넣고 주사기를 사용하여 증류수를 21 mL 넣어, 쌀가루: 증류수=3:7이 되도록 하였다. DSC를 작동하기 전에 뚜껑을 덮은 시료 팬을 2시간동안 상온에서 방치하였으며, 시료는 10°C/min의 속도로 30°C부터 130°C까지 가열하였다. DSC thermogram으로부터 쌀가루의 상변화에 흡수된 열량(enthalpy, cal/g)과 호화개시온도 및 호화최고온도를 Lund의 방법(14)에 의해 산출하였다.

입도분석 및 미세구조

쌀가루의 입도분석은 입도분석기(CILAS 1064, France)를 사용하여 측정하였다. 쌀가루의 미세구조는 백금으로 도금한 후 주사전자현미경(JSM-5400, JEOL Ltd., Japan)을 이용하여 관찰하였다.

미생물 측정

미생물 분석으로 총균수, *Bacillus* group, yeast-like strains를 분석하였다. 시료 25 g을 멸균 bag에 넣은 후 9배 volume(w/v)의 멸균수를 넣어 stomaching하여 적당한 농도로 희석한 후 총균수는 PCA(Plate count agar), *Bacillus* group은 MYP(Mannitol-Egg Yolk-Polymyxin) agar, yeast-like strains는 PDA(Potato dextrose agar) + antibiotics(erythromycin, chloramphenicol) + rose bengal 배지에 각각 도말한 후 균수를 측정하였다.

통계분석

통계분석은 SAS 통계 package를 이용하여 Duncan's multiple range test를 실시하여 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

무세미 쌀가루의 색도, 수분함량, WAI, WSI 및 gel consistency

분무수세 건조공정에 의해 제조된 무세미와 부산물인 채립을 이용하여 제조한 쌀가루의 색도, 수분함량, WAI, WSI 및 gel consistency를 측정하여 원료쌀과 비교한 결과는

Table 1과 같다. 쌀가루의 명도를 나타내는 L값은 시료간에 크게 차이가 없었으나 무세미가 원료쌀에 비해 유의적으로 약간 높게 나타나 분무수세에 따른 원료쌀 표면의 잔존부유물과 이물이 제거되어 색상이 밝아짐을 알 수 있었다. 본 실험에서 분무수세한 쌀로 제조한 쌀가루는 쌀을 수침과정을 거쳐 제조한 습식 쌀가루가 쌀원료를 그대로 분쇄한 건식 제분에 비해 명도가 높다는 결과(15)와 유사한 것으로 나타났다. 쌀가루의 a값은 모두 (-)값으로 시료간에 차이가 거의 없었으며 황색도를 나타내는 b값은 분무수세 건조한 무세미 또는 무세미 쇠립이 원료쌀에 비해 낮은 것으로 나타났다.

쌀가루의 수분함량은 원료쌀에 비해 무세미와 무세미 쇠립에서 약간 높았으며, 이는 원료쌀의 분무수세 및 건조과정에 따른 다소간의 수분함량 변화로 판단되었다. 쌀가루의 수분흡수지수(WAI)와 수분용해도지수(WSI)는 각각 원료쌀과 무세미에서 가장 높았던 반면 무세미 쇠립에서 가장 낮게 나타났다. 수분용해도지수는 쌀의 수침에 의해 증가하는 것으로 보고(16)된 바 있다. 쌀가루의 gel consistency는 원료쌀과 무세미에 비해 무세미 쇠립에서 다소 높았다. Gel consistency는 gel의 강도를 나타내는 지표로서 amylograph cold paste viscosity를 예측할 수 있으며 높은 set-back값과 hard gel 특성간에 상관관계가 있는 것으로 보고된 바 있다(17).

Table 1. Physicochemical properties of flours from milled rice subjected to washing treatment¹⁾

	Rice	Pre-washed	
	(control)	Rice	Broken rice
Color			
L	96.05 ^b	97.06 ^a	96.66 ^{ab}
a	-0.40 ^a	-0.37 ^a	-0.39 ^a
b	4.17 ^a	3.41 ^c	3.97 ^b
Moisture content (%)	10.61 ^b	11.23 ^{ab}	12.10 ^a
WAI (g/g)	3.31 ^a	3.23 ^a	3.03 ^b
WSI (%)	2.52 ^{ab}	2.83 ^a	2.18 ^b
Gel consistency	1.15 ^b	1.15 ^b	1.70 ^a
Mean particle size (μm)	39.63 ^b	41.39 ^a	39.65 ^b

¹⁾Values are means of three replications. Means with the same alphabet in each row are not significantly different at $p < 0.05$ using Duncan's multiple range test.

무세미 쌀가루의 입도 및 미세구조

분무수세후 건조한 무세미와 원료쌀로부터 제조한 쌀가루의 입도를 분석한 결과 평균 입자크기는 Table 1에 나타나 있다. 쌀가루의 입도분포는 세가지 실험군 간에 큰 차이를 보이지는 않았으나 원료쌀보다 무세미 쌀가루에서 평균 입자크기가 유의적으로 큰 것으로 분석되었으며 쇠미에서 입자가 작은 경향으로 나타났다. 분무수세후 건조한 무세미의 평균 입자크기가 큰 것은 원료쌀 표면의 미세한 잔존부유물과 이물이 제거됨에 따른 것으로 사료되었다. 한편 습식제분한 쌀가루가 건식제분에 비해 입자크기가 작다고 보고하였으며(15,18) 건식제분에서 수분이 많을수록 입도분포가 미세하게 제분될 수 있다는 결과(15)와는 다소 상이하게 나타났다. 쌀가루의 입자크기는 pasting 특성(14), gel consistency에 영향을 주는 것으로 알려져 있다.

분무수세 건조된 무세미 쌀가루를 SEM에 의해 400배 확대한 미세구조는 Fig. 1과 같다. 원료쌀과 비교할 때 무세미 쌀가루는 입자의 손상이 적고 작게 부서진 조각도 적게 나타났으나 부산물인 쇠미로 제조한 쌀가루는 무세미보다 작게 부서진 조각이 많은 것으로 관찰되었다.

무세미 쌀가루의 amylograph 특성

분무수세공정에 따른 무세미와 부산물 쇠립의 amylograph 호화양상을 측정된 결과는 Table 2에 나타나 있다. 무세미 쌀가루의 최고점도는 495 B.U.로 원료쌀의 410 B.U.

Table 2. Amylograph pasting properties of flours from milled rices subjected to washing treatment¹⁾

	Rice	Pre-washed	
	(control)	Rice	Broken rice
Peak viscosity	410 ^a	495 ^a	400 ^a
Hot paste viscosity	255 ^a	310 ^a	320 ^a
Cold paste viscosity	503 ^a	475 ^a	565 ^a
Breakdown (P-H)	155 ^a	185 ^a	83 ^a
Total setback (C-H)	248 ^a	165 ^a	245 ^a
Setback (C-P)	93 ^a	-20 ^b	162 ^a

¹⁾Values are means of three replications by amylograph. Means with the same alphabet in each row are not significantly different at $p < 0.05$ using Duncan's multiple range test.

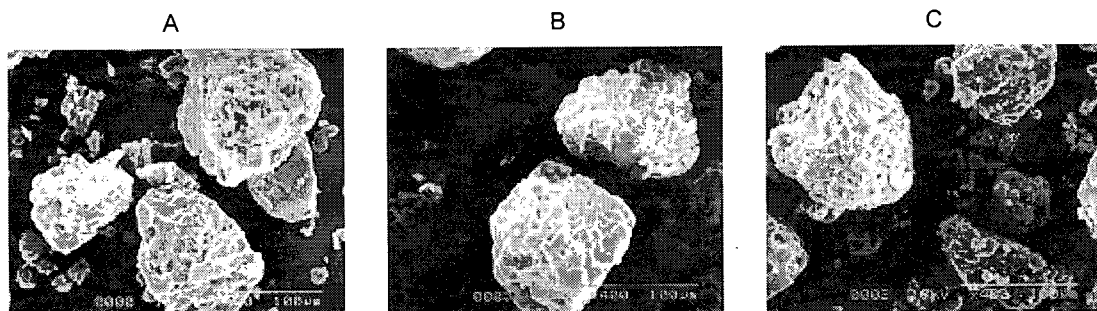


Fig. 1. Scanning electron micrograph of flours from milled rices subjected to pre-washing treatment. A, Rice (control); B, Pre-washed rice; C, Pre-washed broken rice.

에 비해 높았으나 무세미 설텍은 403 B.U.로 낮게 나타났다. 이는 수침한 쌀가루 또는 물로 씻어서 처리된 청결미가 건식 제분한 쌀가루에 비해 최고점도가 높다고 보고(6,19,20)한 바와 비슷한 결과로 나타났다. 무세미 설텍은 peak viscosity가 낮은 반면에 hot paste viscosity가 320 B.U.로 가장 높게 나타났으며 무세미 hot paste viscosity 또한 310 B.U.로 원료쌀의 255 B.U.에 비해 높게 나타났다. Peak viscosity와 hot paste viscosity의 차이인 breakdown은 가공중의 안정도를 나타내는 지표로 사용되는데 원료쌀의 155 B.U.에 비해 무세미가 185 B.U.로 다소 높았으며, 낮은 peak viscosity와 높은 hot past viscosity를 보여준 설텍에서 breakdown이 83 B.U.로 가장 낮았다.

Amylograph의 50°C 냉각에 따른 쌀가루의 cold paste viscosity는 무세미 설텍이 565 B.U.로 가장 높았으며 원료쌀 503 B.U., 무세미가 475 B.U.로 가장 낮게 나타났다. 따라서 setback은 무세미 설텍이 162 B.U.로 가장 높은 반면에 무세미는 -20 B.U.로 낮은 값을 보여주었다. Total setback의 경우에도 원료쌀과 무세미 설텍이 245~248 B.U.로 높은 값을 나타냈으며, 무세미가 165 B.U.로 가장 낮았다. 쌀가루의 amylograph 특성은 peak viscosity와 breakdown이 정의 상관관계를 가지며, breakdown과 setback은 부의 상관관계를 가지는 것으로 알려져 있다(21).

무세미는 amylograph peak viscosity가 원료쌀에 비해 증가하였고 shear-thinning에 따른 breakdown이 높았으며 setback은 낮은 것으로 나타나 분무수세에 이은 건조에 의한 무세미의 제조공정이 쌀의 호화 양상에 다소 변화를 준 것으로 생각된다. 무세미에서 setback이 가장 낮아 노화속도가 가장 느리게 진행한다고 볼 수 있으며 이는 쌀 가공식품의 저장성에 다소간 개선효과가 있을 것으로 사료되었다. 한편 무세미 설텍의 경우에는 gel consistency가 높고 노화의 정도를 나타내는 지표인 setback의 경우 높은 값을 주어 호화에 따른 쌀가루 전분의 노화속도가 빠를 것으로 예상되었다.

무세미 쌀가루의 DSC 특성

무세미 쌀가루의 DSC에 의한 호화특성을 측정하여 원료쌀과 비교한 결과는 Table 3과 같다. DSC 측정 결과 무세미는 원료쌀에 비해 호화개시온도와 호화최고온도가 약간 감소하는 경향을 보여주었다. 호화개시온도는 원료쌀에서 가

장 높은 값을 나타냈으며 설텍에서 가장 낮은 값을 나타냈다. 호화최고온도 역시 원료쌀에 비해 큰 차이는 없지만 무세미와 무세미 설텍에서는 모두 낮게 나타났다. DSC 호화엔탈피는 원료쌀의 8.43 J/g에 비해 무세미는 9.75 J/g으로 다소 높았으며 무세미 설텍에서는 10.28 J/g으로 보다 큰 값을 나타내어 쌀의 분무수세 건조공정이 호화엔탈피를 증가시킨 것으로 나타났다. 이는 습식제분한 쌀가루의 호화개시온도와 호화최고온도가 건식제분한 쌀가루에 비해 낮은 반면에 전분호화에 필요한 열량은 습식제분한 쌀가루에서 높았다는 결과(15)와 유사하였다.

무세미의 오염미생물 분석

무세미와 부산물인 무세미 설텍의 총균수, *Bacillus cereus* group, yeast strain을 측정한 결과는 Table 4와 같다. 쌀원료의 총균수는 3.3×10^3 에서 무세미의 총균수는 6.1×10^2 으로 감소하였으며 무세미 설텍의 경우는 9.2×10^3 으로 원료쌀보다 약간 높은 것으로 나타났다. 이는 시판되는 쌀의 미생물 오염도를 분석한 결과 총균수가 $10^3 \sim 10^4$ CFU/g 수준인 것으로 보고한 바(9)와 일치하였으며 수세과정에서 총균수가 약간 감소하는 것으로 나타났다. 설텍의 경우에는 입자의 표면적이 크기 때문에 총균수가 다소 높아진 것으로 사료되었다.

원료쌀, 무세미, 무세미 설텍의 *Bacillus cereus* group을 측정한 결과는 음성으로 나타났다. *Bacillus cereus*는 일부 시판쌀에서는 $10^1 \sim 10^2$ CFU/g 수준으로 오염되어 있는 것으로 보이며(9), 특히 취반과정 중에서도 *B. cereus* 포자는 살아남게되며 인체내에서 장 상피세포에 부착하여 enterotoxin을 생산하여 식품위해를 유발시킬 수 있다(22,23). *Bacillus cereus* group은 현미에서보다 겨에서 높은 오염도를 보였으며 대부분 겨에서 높은 오염도를 보여(9) 재현시 전이를 최소화함으로써 *Bacillus* 오염을 감소시킬 수 있을 것으로 사료되며 또한 일반 백미의 수세작업에 의해서도 미생물을 저감화할 수 있으리라 판단되었다. 원료쌀에서 효모는 5.1×10^2 CFU/g이었으며 무세미는 7.5×10^1 CFU/g으로 감소하여 분무수세한 쌀은 표면미생물의 세척효과로 효모에 의한 미생물의 오염정도가 감소하는 것으로 나타났다.

Table 3. DSC thermal properties of flours from milled rices subjected to washing treatment¹⁾

	Rice (control)	Pre-washed	
		Rice	Broken rice
Onset temperature (°C)	63.92 ^a	63.39 ^b	62.00 ^c
Peak temperature (°C)	72.00 ^a	71.26 ^b	71.80 ^{ab}
ΔH (J/g)	8.43 ^c	9.76 ^b	10.28 ^a

¹⁾Values are means of three replications. Means with the same alphabet in each row are not significantly different at p<0.05 using Duncan's multiple range test.

Table 4. Microbial populations¹⁾ of flours from milled rices subjected to washing treatment

	Rice (control)	Pre-washed	
		Rice	Broken rice
Total bacteria	3.3×10^{3b}	6.1×10^{2c}	9.2×10^{3a}
<i>B. cereus</i> group	ND ²⁾	ND	ND
Yeast-like strain	5.1×10^{2a}	7.5×10^{1a}	4.7×10^{2a}

¹⁾Values are means of duplicates. Means with the same alphabet in each row are not significantly different at p<0.05 using Duncan's multiple range test.

²⁾Not detected.

요 약

일반 백미를 분무수세한 후 건조하여 제조한 무세미와 부산물로 생성된 무세미 설텍의 이화학적 특성 및 오염미생물을 분석하였다. 무세미 쌀가루는 명도와 황색도가 원료쌀에 비해 다소 낮았고 수분흡수지수(WAI)와 수분용해지수(WSI)는 원료쌀에 비해 높게 나타났으며 무세미 설텍에서 gel consistency가 다소 높게 나타났다. 무세미 쌀가루는 amylograph 최고점도와 breakdown이 높았으며 setback은 가장 낮은 반면에 무세미 설텍은 최고점도와 breakdown이 낮았으며 setback이 높은 것으로 나타났다. 무세미의 DSC 측정 결과 호화개시온도와 호화최고온도가 원료쌀에 비해 약간 감소하는 경향이었으며 호화엔탈피는 다소 높게 나타났다. 무세미는 원료쌀에 비해 total bacteria, yeast-like strain의 수가 감소하여 쌀 표면 미생물의 세척효과에 따른 미생물의 오염정도가 낮았다.

감사의 글

본 연구는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구비 지원으로 수행된 연구결과의 일부로 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Bean MM. 1986. Rice flour—its functional variations. *Cereal Foods World* 31: 477-481.
2. Nishita KD, Bean MM. 1981. Grinding methods: Their impact on rice flour properties. *Cereal Chem* 59: 46-49.
3. Bean MM, Nishita KD. 1985. Rice flour for baking. In *Rice Chemistry and Technology*. Juliano BO, ed. AACC, St. Paul, MN, USA. p 539.
4. Halick JV, Kelly VJ. 1959. Gelatinization and pasting characteristics of rice varieties as related to cooking behavior. *Cereal Chem* 36: 91-98.
5. Chiang PY, Yeh AI. 2002. Effect of soaking on wet-milling of rice. *J Cereal Sci* 35: 85-94.
6. Choi EJ, Kim HS. 1997. Physicochemical and gelatinization properties of glutinous rice flour and starch steeped at different conditions. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 17-24.
7. Kim SK, Bang JB. 1996. Physicochemical properties of rice affected by steeping conditions. *Korean J Food Sci Technol* 28: 1026-1032.
8. Lee HY. 2002. A study on the development of semi-wet rice flours. Korea Food Research Institute Report.
9. Jang JH. 2003. Prevalence of toxigenic *Bacillus cereus* group and contamination reduction in grain food. *MS Thesis*. Kyungwon Univ., Seongnam, Korea.
10. Kim DC. 2000. Studies on the development of post-harvest technique for paddy. Korea Food Research Institute Report.
11. Anderson RA. 1982. Water absorption and solubility and amylograph characteristics of rolled-cooked small grain products. *Cereal Chem* 59: 265-271.
12. Cagampang GB, Perez CM, Juliano BO. 1973. A gel consistency test for eating quality of rice. *J Sci Food Agric* 24: 1589-1594.
13. Juliano BO, Perez CM, Alyoshin EP, Romanov VB, Bean MM, Nishita KD, Blakeney AB, Welsh LA, Delgado L, El Baya AW, Fussati G, Kongseree N, Mendes FP, Brillhante S, Suzuki H, Tada M, Webb BD. 1985. Cooperative test on amylograph on milled-rice flour for pasting viscosity and starch gelatinization temperature. *Starch* 37: 40-50.
14. Lund DB. 1987. Influence of time, temperature, moisture, ingredients, and processing conditions on starch gelatinization. *Crit Rev Food Sci Nutr* 20: 249-273.
15. Kim SS, Kim YJ. 1995. Effect of moisture content of paddy on properties of rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 27: 690-696.
16. Kim MH, Park MW, Park YK, Jang MS. 1993. Physicochemical properties of rice flours as influenced by soaking time of rice. *J Korean Soc Food Sci* 9: 210-214.
17. Kum JS, Lee SH, Lee HY, Lee C. 1996. Retrogradation behavior of rice starches differing in amylose content and gel consistency. *Korean J Food Sci Technol* 28: 1052-1058.
18. Chen JJ, Lu S, Lii CY. 1999. Effect of milling on the physicochemical characteristics of waxy rice in Taiwan. *Cereal Chem* 76: 796-799.
19. Kim K, Kang KJ, Lee YH, Kim SK. 1993. Changes in properties of waxy rice during steeping in water. *Korean J Food Sci Technol* 25: 86-87.
20. Koh BK. 2001. Quality characteristics of prewashed rice with solution of waxy rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 33: 455-460.
21. Suzuki H. 1979. Amylograph and alkali viscosity of rice. Grain Quality Symposium, International Rice Research Institute. p 261-282.
22. Jaquette CB. 1998. Survival and growth of psychrotrophic *Bacillus cereus* in dry and reconstituted infant rice cereal. *J Food Protection* 61: 1629-1635.
23. Granum PE. 1997. *Bacillus cereus* and its food poison toxins. *FEMS Microbiol Lett* 157: 223-228.

(2005년 4월 1일 접수; 2005년 8월 1일 채택)