Korean J. Food Preserv.
Vol. 14, No. 1. pp. 18-23, February 2007

사단법인 한국식품저장유통학회
THE KOREAN SOCIETY OF FOOD PRESERVATION

백도 및 포장조건별 쌀의 저장 중 품질 특성

윤두현 · 김의웅 · 김 훈†
한국식품연구원

The Quality of Milled Rice with Reference to Whiteness and Packing Conditions during Storage

Doo-Hyun Yoon, Oui-Woung Kim and Hoon Kim†
Korea Food Research Institute, Seongnam 463-746, Korea

Abstract

This study investigated the effectsof whiteness and packing conditions on the quality characteristics of milled rice during storage at 25℃. Three kinds of packing materials (kraft paper, sealed polyethylene and perforated polyethylene) were used to pack milled rice of different whiteness grades (36, 38, 40 and 42). The moisture content and weight of milled rice packed in kraft paper dropped very rapidly compared to values from milled rice packed in polyethylene because of high gas exchange through the paper. On the other hand, the increase in fat acidity of milled rice packed in kraft paper was less than that of milled rice packed in polyethylene because the moisture content of paper-packed rice fell rapidly. The overall quality of cooked rice rose with whiteness, and dropped with extended storage. The overall eating quality of milled rice packed in perforated polyethylene was bestwhen rice was prepared for the table after 8 weeks of storage.

Key words : whiteness, packing, milled rice, degree of milling, storage

서 론

쌀의 도정과정 중 미강의 제거정도는 도정도(搗精度, degree of milling)로 나타내는데, 도정도는 현미중량에 대한 미강의 중량비로서 쌀의 품질은 물론 도정수율(搗精收率, milling yield)과 밀접한 관계가 있다(1). 현미에서 미강이 완전하게 제거된 백미는 식미가 높아질 뿐 아니라 유통중 지방산패에 의한 변질을 최소화할 수 있으나, 미강이 완전히 제거된 이후까지 과도정이 이루어지면 도정수율이 저하하고, 반면 저도정이 일어나면 도정수율은 높아지나 품질이 저하하게 되므로 적정한 도정도로 쌀을 가공하는 것은 미곡종합처리장(Rice Processing Complex, RPC)에서 대단히 중요하다(2).

RPC에서는 적정한 도정도로 쌀을 가공하기 위해서 도정도를 칼라인자인 백도(whiteness)를 이용하여 간접적으로 측정하는 방법이 이용되고 있으며, 품질기준으로 백도 40±1이 제안되고 있다(3). 그러나 아직까지 RPC에는 백도를 측정할 수 있는 백도계가 거의 보급되어 있지 않아 도정기사의 경험에 의해 도정이 이루어지고 있는 상태로서 현재 국내에서 가공되어 유통되는 백미의 백도는 32.4~43.4 정도로서 일반적인 현미의 백도가 약 20 내외임을 감안할 때 대단히 큰 차이를 나타내고 있다(4). 최근에 대형유통업체를 중심으로 즉석도정이 이루어지고 있고, 소비자는 기호에 따라 도정도를 조정하여 도정하여 소비하고 있으며, 일부에서는 도정도가 낮은 쌀이 배아미라는 이름으로 시판되고 있어 유통중 품질저하에 대한 우려가 증가하고 있다.

한편, 쌀은 유통 과정에서 외기조건 등 유통환경과 포장재의 특성에 따라 품질 변화가 발생할 수 있다. 유통 쌀의 포장재는 일반적으로 지대 및 PE포장이 주류를 이루고 있다. 지대포장(kraft paper packing)의 경우 주로 10 kg이상의 대포장에 사용되고 있으며, 공기의 통기성이 좋기 때문에 외기조건에 따라 함수율의 변화가 큰 것으로 알려져 있다. 소포장에 주로 사용되고 있는 PE포장(polyethylene packing)

†Corresponding author. E-mail : hkim@kfri.re.kr,
Phone : 82-31-780-9210, Fax : 82-31-780-9059

의 경우 포장재에 지름 약 1 mm내외로 2~3개를 타공하여 사용하고 있다. PE포장에서 타공의 주요 목적은 포장 전 쌀의 곡온이 외기보다 높아 발생할 수 있는 결로(結露)를 방지하기 위해서이나 타공 부위로 미생물 및 해충의 접근이 용이해지는 단점이 발생할 수 있다.

국내외적으로 쌀의 저장에 대해서는 다양한 연구가 진행되었는데, 동일한 백도에서 저장온도 및 초기함수율에 따른 쌀의 저장특성을 측정하여 함수율 15.5~16.5% 범위, 저장온도 15℃가 적정하다고 보고하였으며(5), 백도 33.6 및 38.0의 쌀을 25℃에 저장하여 지방산가는 백도가 높을수록 증가율이 낮아 저장성이 우수하였다고 보고하였다(6).

그러나 RPC에서 가공시 대단히 중요한 백도와 저장성에 영향을 미치는 포장조건에 대해 종합적으로 연구한 결과는 전무한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 백도와 포장조건에 따른 저장 중 품질특성을 구명하는데 목적을 두었으며, 이를 위해 백도 4수준, 포장조건 3수준에 대하여 상온상태에서 8주간 저장하면서 품질 및 식미특성을 측정하였다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에 사용한 시료는 추청으로 2006년 2월 경기 화성 수라청농협RPC에서 현미상태로 구입하여, 색채선별기(ACS-12, A-Mecs, Korea)로 정상립 현미만을 선별하여 도정에 사용하였다. 현미의 초기함수율은 16.1% (w.b.)이었다.

백도조건

현미를 시험용 마찰식정미기(VP-32T, Yamamoto, Japan)를 이용하여 백도 36, 38, 40 및 42 범위(도정도 8.2, 8.9, 10.0 및 10.9%)의 4수준으로 도정한 후 홈선별기(TRG, Satake, Japan)를 사용하여 정립만을 선별하여 실험에 사용하였다. 백도별 쌀의 품질 및 칼라특성은 다음의 Table 1과 같았다. 동일한 조건의 현미를 도정에 사용하였지만 백도가 높을수록 즉, 도정이 많이 진행될수록 마찰열 등에 의해 함수율은 낮아졌으며, 동할율은 증가하였다. 또한, 도정이 진행됨에 따라 지방산가와 b값은 감소하였다.

포장 및 저장조건

백도별로 도정된 쌀 각 1 kg씩을 수라청농협RPC에서 포장재로 사용하고 있는 지대포장(Kraft paper packing), 밀폐 PE포장(Sealed PE Packing) 및 1 mm 공기흡입구가 2개 타공된 타공 PE포장(Perforated PE Packing) 등 3종류의 포장재에 각각 포장하였다. 포장된 총 96점의 시료(백도 4점×포장재 3점×저장기간 8주)를 저장온도는 25℃, 상대습도는 45~50%를 유지하는 항온실(HK-BI025, 한국종합기계제작소)에 저장하였다.

Table 1. Quality characteristics of initial milled rice samples before packing

Rice	Whiteness	Moisture content (%,w.b.)	Fat acidity (mL KOH /100 g)	Cracked kernels ratio(%)	b value
Brown rice	18.7	16.1	17.70	3.3	21.75
Milled rice	36.1	15.9	4.19	3.3	12.25
	38.0	15.8	3.35	4.7	11.44
	40.0	15.8	1.97	5.3	10.50
	41.9	15.6	0.98	6.0	10.29

품질측정

저장 중 1주일 간격으로 총 8주일간 일정량의 시료를 채취하여 함수율, 중량, 동할율, 지방산가, 백도 및 b값을 측정하였으며, 관능검사를 실시하였다.

함수율은 10 g시료-135℃-24 hr 측정법으로 측정하여 5 g분쇄-105℃-5 hr 표준측정법으로 환산하였으며(7), 중량은 전자저울(L110 Satorius, Germany)을 이용하여 측정한 후 초기중량에 대한 백분율로 환산하였다.

동할율은 정립 250립에 대하여 동할립판별기(DC-50, SEIKI, Japan)를 이용하여 육안으로 측정하였다.

지방산가는 AACC방법(8)에 준하여 측정하였고, 백도는 백도계(CR300-3, Kett, Japan)를 이용하여 5회 측정하여 최대값과 최소값을 제외한 3회 측정치의 평균값을 사용하였으며, b값은 색차계(CM-2500d, Minolta, Japan)로 측정하였다.

밥의 관능검사는 전문패널 30명이 관능적 특성(윤기, 색, 밥 이외의 냄새강도, 밥 특유의 맛, 강도, 탄력성, 경도, 낱알의 응집성, 부착성)과 외관, 향, 맛, 조직감 및 전반적인 품질 등의 평가항목에 대하여 9점 항목척도(1=대단히 낮음, 5=보통정도, 9=대단히 높음)를 사용하였다. 시료간 유의적인 차이를 검증하기 위해 분산분석을 하였으며, 시료간의 차이가 있는 경우 SNK 다중비교를 이용하였다(9).

결과 및 고찰

함수율 및 중량 변화

Fig. 1은 백도 별 포장조건에 따른 저장기간 중 함수율의 변화를 나타낸 것이다. 함수율은 저장기간이 증가할수록 감소하였으며, 특히 통기성이 좋은 지대포장구 쌀의 함수율이 PE포장구에 비해 급격히 감소하였다. 또한, 밀폐 PE포장에 비해 타공 PE포장의 함수율의 감소폭이 큰 것으로 나타났다.

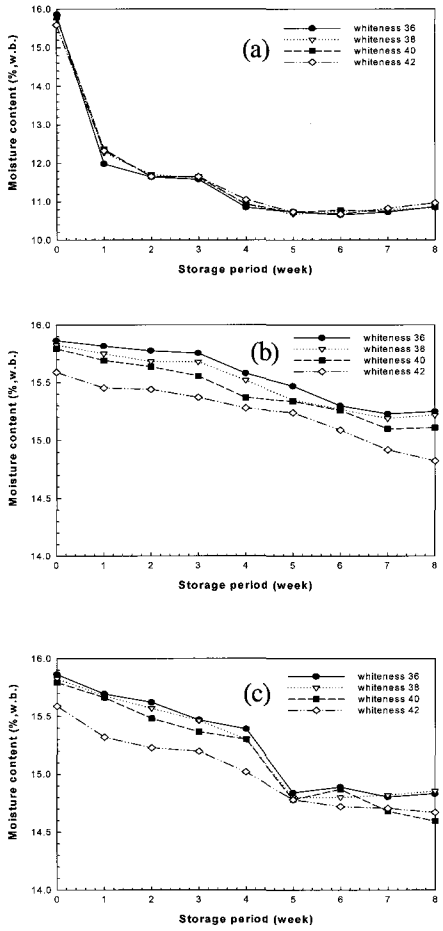

Fig. 1. Changes of moisture content of milled rice during storage according to whiteness conditions.

(a) kraft paper packing.
(b) sealed PE Packing.
(c) perforated PE Packing.

백도에 따른 함수율 변화는 지대포장의 경우 백도조건에 상관없이 외기온습도의 직접적인 영향으로 평형함수율 11.6%(10)에 근접하는 것으로 나타났다. 밀폐 PE포장구나 타공 PE포장구에서는 저장기간에 따라 함수율이 저하하였으나, 백도조건에 따라서는 초기에 발생된 함수율 차이가 저장 8주까지도 유사하게 나타나 백도에 의한 영향은 없는 것으로 판단되었다.

백도 40으로 가공한 쌀의 포장조건에 따른 저장기간 중 중량 변화는 Fig. 2와 같았으며, 다른 백도조건에서도 함수율 변화와 비슷한 경향으로 나타났다.

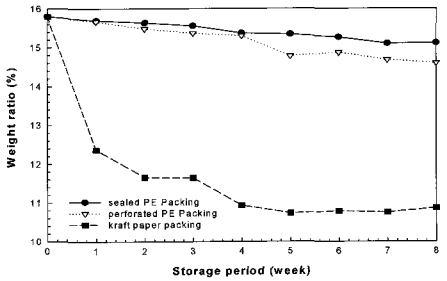

Fig. 2. Changes of weight ratio of milled rice of same whiteness of 40 during storage according to packing conditions.

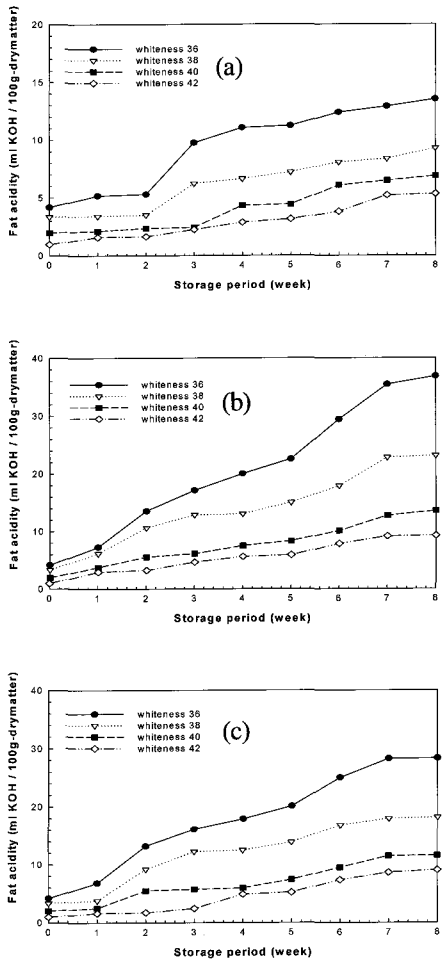

Fig. 3. Changes of fat acidity of milled rice during storage according to whiteness conditions.

Refer to Fig. 1.

지방산가 변화

쌀에는 oleic acid와 linolenic acid가 주지방산인 중성지질로 구성된 약 1% 정도의 지방질이 있다(11). 쌀의 저장중 지방은 쉽게 가수분해나 자동산화를 일으켜 고미취를 생성하거나 산가증가에 영향을 미친다. 가수분해는 지방질의 에스테르 결합에 작용하여 유리지방산을 생성하게 하는데 여기에는 lipase, lipoxidase 등의 여러 가지 효소들이 관여하고 있는 것으로 알려져 있으며(12), 특히 쌀의 온도와 함수

율이 높을 경우 빨리 진행된다(13).

Fig. 3은 백도 별 포장조건에 따른 저장기간 중 지방산가 변화를 나타낸 것으로 저장기간이 증가할수록, 백도가 낮을수록 지방산가는 증가폭이 크게 나타났다. 포장조건별로는 밀폐 PE포장구에서 지방산가가 가장 많이 증가하였으며, 타공 PE포장과 지대포장 순으로 나타났다. 이와 같은 경향은 함수율의 변화와 정반대의 경향을 나타낸 것으로서 저장중 함수율이 급격하게 변화한 지대포장구에서 지방산가 증가가 가장 적게 일어났으며, 타공 PE포장구, 밀폐 PE포장구 순서를 나타내어 지방산가 변화에 함수율과 산소공급이 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

한편, 동일한 포장조건에서 백도가 낮을수록 지방산가의 증가폭은 크게 나타나 백도조건이 저장중 지방산가 증가에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다.

동할율 변화

Fig. 4는 백도 40으로 가공한 쌀을 포장조건을 달리하면서 저장기간 중 동할율 변화를 측정한 결과를 나타낸 것으로 저장기간이 증가할수록 동할율은 증가하였으며, 특히 외기 온습도의 영향을 많이 받는 지대포장구에서 PE포장구에 비해 동할율 증가폭이 크게 나타났다. 다른 백도조건에서도 유사한 경향으로 나타났다.

따라서 저장중 동할율의 증가는 포장재의 통기성에 따른 함수율 저하가 주요한 원인인 것으로 판단되었다.

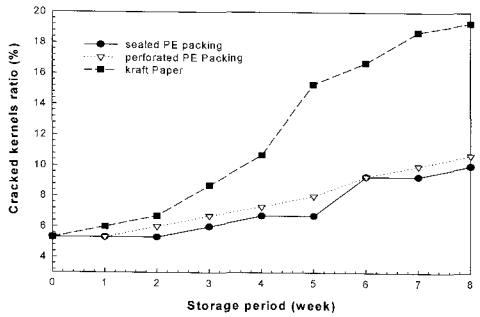

Fig. 4. Change of crack ratio of milled rice of whiteness 40 during storage according to packing conditions.

백도 및 색도 변화

Fig. 5는 백도 조건별로 가공한 쌀의 포장조건에 따른 저장기간 중 백도 변화를 나타낸 것이다. 밀폐 PE포장과 타공 PE포장의 경우 저장기간 중 백도 변화는 거의 없는 반면, 지대포장은 저장 6주후부터는 다소 증가하는 경향이었다. 이와 같은 백도증가는 함수율 감소에 따라 백미 표면에 부착된 잔류미강이 일부 분리되면서 빛을 산란시키는 소위 백화(白化)현상에 의한 것으로 판단되었다.

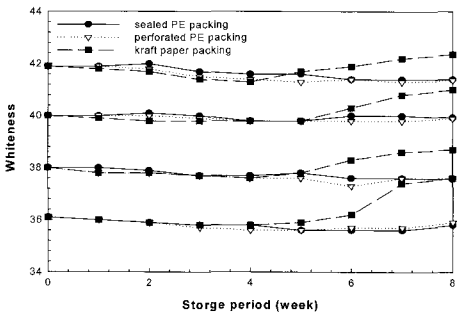

Fig. 5. Changes of whiteness of milled rice of whiteness 40 during storage according to packing conditions.

백도 40에서 포장조건에 따른 저장기간 중 b값의 변화는 Fig. 6과 같이 저장기간의 따라 증가하는 경향을 나타내었는데 이는 지방산가의 증가에 의한 영향 등이 복합적으로 관여한 것으로 판단되었다. PE포장에 비해 지대포장에서 증가하였으며, 다른 백도영역에서도 유사한 경향이었다.

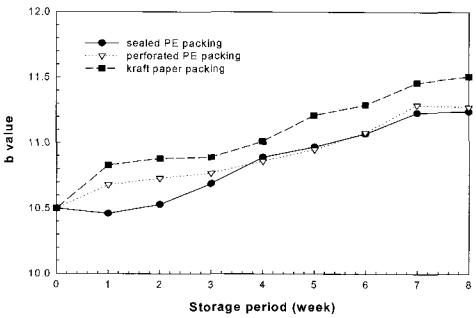

Fig. 6. Changes of b value of milled rice of whiteness 40 during storage according to packing conditions.

관능검사

백도 별 포장조건에 따른 저장초기, 저장 4주 및 8주후 관능검사 결과는 Table 2와 같았다. 저장초기에 전반적인 품질에서 백도 40과 42가 백도 36 및 38에 비해 높은 수준에서 유의적인 차이가 나타나 백도가 높을수록 식미가 높은 것으로 나타났다.

저장 4주후 관능검사에서는 저장초기와 유사하게 백도가 높을수록 식미가 높았으며, 포장조건에 따라서 타공 PE포장구, 밀폐 PE포장구, 지대포장구 등의 순서이었으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

저장 8주후 관능검사에서도 4주째와 유사하게 백도가 높을수록 전반적인 품질이 높게 나타났으며, 포장조건에 따라서도 타공 PE포장구, 밀폐 PE포장구, 지대포장구 등의 순서이었으며, 일부 백도에서는 유의적인 차이도 나타났다.

Table 2. Results of sensory evaluation for cooked rice during storage according to whiteness and packing conditions

Sensory quality		Quality score[1] (initial)			
		Whiteness 36	38	40	42
Quality	Odor**	7.39	7.55	7.71	7.72
	Appearance***	7.17^{b}	7.48^{ab}	7.84^{a}	7.75^{a}
	Taste***	7.08^{b}	7.21^{b}	7.63^{a}	7.68^{a}
	Texture***	6.96	7.08	7.40	7.37
Overall quality***		7.01^{b}	7.14^{b}	7.61^{a}	7.60^{a}

Sensory quality		Quality score[1] (after 4 weeks)											
		Sealed PE packing				Perforated PE packing				kraft paper packing			
		36	38	40	42	36	38	40	42	36	38	40	42
Quality	Odor**	7.01^{b}	7.50^{a}	7.59^{a}	7.68^{a}	7.09^{b}	7.48^{a}	7.76^{a}	7.67^{a}	7.52^{a}	7.59^{a}	7.59^{a}	7.62^{a}
	Appearance***	6.66^{c}	7.41^{ab}	7.70^{a}	7.66^{a}	6.76^{c}	7.26^{ab}	7.73^{a}	7.76^{a}	7.07^{bc}	7.30^{ab}	7.42^{ab}	7.61^{a}
	Taste***	6.42^{c}	7.01^{ab}	7.36^{a}	7.43^{a}	6.66^{bc}	6.89^{ab}	7.40^{a}	7.43^{a}	7.01^{ab}	7.04^{ab}	7.30^{a}	7.36^{a}
	Texture***	6.47^{de}	6.83^{abcde}	7.26^{ab}	7.17^{abc}	6.39^{e}	6.65^{cde}	7.31^{a}	7.31^{a}	6.72^{bcde}	6.95^{abcd}	7.01^{abc}	7.03^{abc}
Overall quality***		6.43^{c}	7.04^{ab}	7.42^{a}	7.36^{a}	6.46^{c}	6.80^{bc}	7.49^{a}	7.54^{a}	6.96^{ab}	7.04^{ab}	7.25^{ab}	7.38^{a}

Sensory quality		Quality score[1] (after 8 weeks)											
		Sealed PE packing				Perforated PE packing				kraft paper packing			
		36	38	40	42	36	38	40	42	36	38	40	42
Quality	Odor**	6.78^{b}	7.24^{ab}	7.56^{a}	7.55^{a}	7.15^{ab}	7.23^{ab}	7.45^{a}	7.65^{a}	7.05^{ab}	7.33^{ab}	7.44^{a}	7.29^{ab}
	Appearance***	6.07^{e}	6.72^{cd}	7.41^{ab}	7.46^{ab}	6.48^{d}	6.91^{bcd}	7.30^{ab}	7.59^{a}	6.63^{cd}	7.08^{abc}	7.28^{ab}	7.33^{ab}
	Taste***	5.72^{d}	6.36^{bc}	6.96^{ab}	7.09^{a}	6.23^{cd}	6.55^{abc}	6.98^{ab}	7.19^{a}	6.18^{cd}	6.65^{abc}	6.71^{abc}	6.74^{abc}
	Texture***	5.58^{c}	6.28^{b}	6.84^{ab}	6.81^{ab}	6.23^{b}	6.37^{b}	6.83^{ab}	7.07^{a}	6.24^{b}	6.77^{ab}	6.68^{ab}	6.80^{ab}
Overall quality***		5.49^{d}	6.23^{c}	6.96^{ab}	7.00^{ab}	6.17^{c}	6.45^{bc}	7.03^{ab}	7.28^{a}	6.18^{c}	6.65^{abc}	6.71^{abc}	6.76^{abc}

[1] : 1=very low, 9=very high.
[abc] : values followed by the same letter are not significantly different.
*, **, *** : *significantly at the* p=0.05, p=0.01, p=0.001, respectively.

요 약

본 연구에서는 백도 및 포장조건에 따른 저장 중 쌀의 품질특성을 구명하기 위하여 백도 36, 38, 40 및 42의 4수준과 지대포장, 밀폐 PE포장 및 타공 PE포장의 포장조건 3수준에 대하여 8주간 저장하면서 품질 및 관능검사를 실시하였다. 지대포장과 타공 PE포장, 밀폐 PE포장 등 통기성이 높은 순서로 저장기간에 따라 함수율 및 중량감소가 심하였으며, 동할율도 많이 증가였으며, 지방산가 증가는 적었다. 또한, 백도별로는 함수율, 중량변화 및 동할율에서는 큰 차이가 없는 반면, 초기 백도가 낮을수록 저장기간에 따라 지방산가의 증가가 심하였다. 관능검사 결과, 백도가 높을수록 초기, 저장 4주, 8주후에도 전반적인 품질이 우수하였으며, 포장조건에 따라서는 타공 PE포장, 밀폐 PE포장, 지대포장순서이었다.

참고문헌

1. Yamashita, R. (1993) New technology in grain post-harvesting. Farm Machinery Industrial Research Corp., Tokyo, p.76-79
2. Kim. O.W., Kim, H. and Lee, S.E. (2005) Color modeling of milled rice by milling degree. Korea J. Food Preserv., 12, 141-145
3. Kim, O.W., Kim., H., Kim, D.C. and Kim, S.S. (2005) Determination of whiteness condition for efficient milling in Rice Processing Complex. J. of Biosystems Eng., 30, 242-248
4. Kim, H., Kim, O.W., Lee, H.J., Kim, D.C. and Hong, S.J. (2006) Analysis of actual state of milling in RPC. Proceeding of the KSAM Conference, 11, 218-223
5. Jung, J.I. (2002) Effect of storage on the quality changes of milled rice and the sensory properties of cooked rice. Ms. Thesis, Dankook Univ., Korea

6. Yokoe, M., Kawamura, S., Himoto, J. and Itoh, K. (2005) Quality characteristics and storage properties of rinse-free rice(part2). J. Japanese Soc. Agric. Mach., 67, 121-125
7. 山下律也 (1975) 穀物の含水率測定方法基準についての提案. 日本農業機械學會誌, 37, 445-451
8. A.A.C.C. (1983) Fat acidity-general method, American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota, 02-01, p.1-2
9. Kim, S.S., Lee, S.E,, Kim, O.W. and Kim, D.C. (2000) Physicochemical characteristics of chalky kernels and their effects on sensory quality of cooked rice. Cereal Chem., 77, 376-379
10. Keum, D.H., Kim, H. and Cho, Y.G. (2000) Desorption equilibrium moisture content of rough rice, brown rice, white rice and rice hull. J. Korean Soc. Agric. Mach., 25, 47-54
11. Juliano, B.O. (1985) Rice : Chemistry and Technology. The American Association of Cereal Chem., Inc., St Paul, Minnesota, p.25
12. Han, J.G., Kim, K., Kang, K.J. and Kim, S.K. (1996) Shelf-life prediction of brown rice in laminated pouch by n-Hexanal and fatty acids during storage. Korean. J. Food Sci. Technol., 28, 897-903
13. Sauer, D. B. (1992) Storage of cereal grains and their products. American Association of Cereal Chem., Inc., St. Paul, Minnesota, p.46

(접수 2006년 10월 13일, 채택 2007년 1월 12일)