

## RPC에서 효율적인 도정을 위한 백도조건 결정

김의웅 김 훈 김동철 김상숙

### Determination of Whiteness Condition for Efficient Milling in Rice Processing Complex

O. W. Kim H. Kim D. C. Kim S. S. Kim

#### Abstract

There was no useful milling standard to produce high quality milled rice efficiently and adequately in Rice Processing Complex. Therefore, the whiteness of milled rice produced Rice Processing Complexes were different according to Rice Processing Complexes and milling periods at the same Rice Processing Complex. This research was carried out to contribute the production and distribution of high quality milled rice through determination of whiteness condition of milled rice as a milling standard based on degree of bran removal using New May-Grünwald reagent dyeing method and taste of cooked rice.

The optimum whiteness value of milled rice for efficient milling in Rice Processing Complex was found to be from 40 to 41, while the degree of milling was from 8.9% to 9.2%. At this whiteness condition, the first derivative of whiteness value according to degree of milling was higher than the average value from brown rice to well milled rice, and the broken kernel ratio was from 3.0% to 3.4%. This whiteness condition (40~41) could be considered as a milling condition in Rice Processing Complex.

**Keywords :** Whiteness, Milling, Degree of milling, Dyeing method, RPC

## 1. 서 론

고품질 쌀은 외관품질이 좋으면서 식미가 높은 쌀을 의미한다. 도정(milling)은 쌀의 외관품질, 식미 및 도정수율에 큰 영향을 미치게 되는데, 도정이 지나치면 식미는 좋아지나 도정수율(milling yield)이 저하하게 되고, 반대로 도정이 부족하면 외관품질과 식미는 저하하지만 도정수율은 높아지게 된다. 따라서, RPC(미곡종합처리장, Rice Processing Complex)에서 고품질 쌀을 생산하면서 일정한 도정수율을 유지하기 위해서는 적정한 도정도(degree of milling)로 도정하는 것은 대단히 중요하다. 그러나, 도정도를 나타내는 기준은 대단히 막연하게 규정되어 있다. 국립농산물품질관리원에서 제정하여

시행되었던 표준출하규격에는 “강충이 완전히 제거된”으로 막연하게 규정하고 있었으나, 2004년부터 표준출하규격을 보완하여 새롭게 적용되는 포장등급규격에는 이러한 규정자체 조차도 빠져 있는 실정이다. 외국의 경우도 비슷한 실정으로 미국 검사규격(USDA, 1994)도 milling requirement에 대해 1~2 등급은 well milled, 3~4 등급은 reasonably well milled, 5~6 등급은 and lightly milled 등으로 막연하게 규정되어 있는 실정이다.

이러한 막연한 규정을 도정공정에 적용하기 위해서 주로 염색법을 이용하여 쌀 표면의 미강제거정도와 도정도와의 관계를 구명하기 위한 연구가 진행되어 왔다. Bhattacharya 등 (1976)은 장립종 쌀을 도정도 10%까지 가공한 후 알칼리 봉

The article was submitted for publication in May 2005, reviewed and approved for publication by the editorial board of KSAM in August 2005. The authors are Oui Woung Kim, KSAM member, Senior Researcher, Hoon Kim, KSAM member, Researcher, Dong Chul Kim, KSAM member and Sang Sook Kim, Principal Researcher, Korea Food Research Institute, Songnam, Korea. The corresponding author is H. Kim, KSAM member, Researcher, Korea Food Research Institute, Songnam, 463-420, Korea; Fax : +82-31-780-9059; E-mail : <hkim@kfra.re.kr>

괴도 측정법과 iodine 염색법으로 도정도에 따른 미강층의 제거정도를 측정하여 도정도 8~10% 정도가 적절하게 도정된 것이라고 보고하였다. 또한, SHAMSUD-DIN 등(1978)과 Bhattacharya 등(1976)이 사용한 염색법으로 미강제거 정도를 측정하여 도정도 8.3~11.0% 범위에서 미강이 약 90% 이상 제거되었다고 보고하였다. Barber 등(1979)은 NMG시약 염색법(New May-Grünwald reagent dyeing method)을 이용하여 쌀 날알 표면에서 미강이 남아있는 부분의 면적 비율이 3.0~5.5% 정도일 때가 5단으로 정미기(corn type)를 설치한 도정공정에서 최적 도정도라고 보고하였다. 그러나, 이와 같은 도정도 위주의 도정기준은 도정과정 중 중량을 측정하여야 하며 품종, 원료 현미의 등급, 정미기의 종류 및 운전상태 등에 따라 달라지므로 실제 RPC에서 적용 불가능한 설정이다.

한편, 일반적으로 도정공장에서 중량을 측정해야 하는 도정도 대신 쌀의 칼라를 측정하는 방법을 이용하고 있는데 특히, 쌀의 여러 가지 칼라체계의 칼라인자 중에서 백도가 도정도를 잘 나타낼 수 있으며(Kawamura, 1990; Yamashita, 1993; Kim 등, 2005), 우리나라 일부 RPC에서도 백도계를 사용하고 있다. 백도는 완전한 어둠을 0으로 하고, Mg 리본을 태웠을 때 발생하는 하얀색 연기를 100으로 하고 그 사이를 100 등분한 일종의 빛의 반사지수(reflective index)로서, 현미는 도정이 진행되면서 미강이 제거되고, 백도는 증가하게 된다. 그러나, 도정기준으로 백도조건을 제시한 경우는 日本食糧廳(1995)이 유일한 결과로서, 이 또한, 경험치를 이용하여 현미의 백도 18에 경험치 20을 더한 38 정도가 적절한 도정수준이라고 보고하였다.

우리나라 RPC에는 지금까지 수율위주의 도정이 관행으로서 별도의 도정기준이 없는 실정으로 실제 생산되고 있는 쌀의 백도는 큰 차이를 나타내고 있다. Lee 등(2001)이 159개 소 RPC에서 2002년 10월부터 2003년 3월까지 생산된 쌀의 백도를 측정한 결과, 32.4~43.4까지로 대단히 큰 차이가 있었으며, 동일기간 중 1개 RPC에서 생산시기별로 채취된 26점의 백도도 33.9~40.0으로 대단히 큰 차이를 나타내었다고 보고하였다. 이와 같이 쌀의 백도에 큰 차이가 발생하는 것은 RPC에서 도정도를 측정하지 않고 도정기사의 경험에 의존하여 도정하기 때문이거나, 일부 RPC에서는 백도계를 사용하고 있으나 적정 도정기준으로서의 백도조건이 구명되지 않고 백도를 자의적으로 해석하고 있기 때문이다. 따라서, RPC에서 고품질 쌀을 생산하면서 일정한 도정수율을 유지할 수 있도록 효율적으로 적용할 수 있는 백도조건 결정은 절실한 실정이다.

본 연구는 백도별 쌀 표면의 미강제거 정도와 식미특성을

측정하여 백도조건을 설정하고, 도정도의 증가에 따른 백도 증가의 효율성 및 백도별 싸라기 발생율을 검토하여 RPC에서 효율적으로 적용이 가능한 백도조건을 결정하는데 목적이 있다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 공시재료

본 실험에 사용한 벼는 추청, 남평, 오대 등 3개 품종으로서, 2003년 수확기에 함수율 16.5% 내외의 벼를 RPC에서 구입하여 정선한 다음, 2°C로 유지되는 저온저장고에 보관하였다. 실험 1일전에 상온에 노출시켜 곡온이 상온과 평형이 되도록 한 후 벼를 임펠라형 현미기(HSMC-4, Hansung, Korea)를 이용하여 탈부한 후, 탈부된 현미를 색채선팔기(ACS-12, A-Mecs, Korea)를 3회 통과시켜 비정상립을 제거한 후 시료로 사용하였다. 실험에 사용한 현미의 함수율은 15.2~16.3% (w.b.) 범위이었다.

### 나. 실험방법

#### 1) 백도에 따른 쌀 표면특성

3품종의 현미를 실험용 마찰식정미기(VP-32T, Yamamoto, Japan)를 이용하여 동일한 도정조건하에서 수회 통과시키면서 백도, 도정도, 싸라기 발생량, NMG시약 염색, Lab값 및 화상특성을 각각 측정하였다. 백도는 백도계(CR-300\_3, Kett, Japan)를 이용하여 측정하였으며, 도정도는 현미와 백미의 천립중(千粒重)을 이용하여 다음 식 (1)에 의해 계산하였으며 (Kawamura, 1990), 3회 반복 측정하여 평균치를 이용하였다.

$$\text{Percentage of milling} (\%) = \frac{1000 \text{ kernel of brown rice}(g) - 1000 \text{ kernel of milled rice}(g)}{1000 \text{ kernel of brown rice}(g)} \times 100 \quad (1)$$

백도별로 도정된 쌀은 Barber 등(1979)과 동일하게 NMG 시약 염색법으로 염색한 후, Lab값과 날알의 표면의 화상특성을 측정하였다. NMG시약은 1% 농도의 eosin과 methylene blue용액을 혼합한 후 methanol을 이용하여 3배로 희석하여 제조하였으며, 쌀 시료 약 12 g을 약 20초간 중류수로 세척한 다음, NMG시약으로 염색한 후 methanol로 세척한 후 상온에서 건조하였다. 염색된 시료의 Lab값의 측정은 건조된 시료를 원통형 용기(41×12.5 mm)에 담아 흑색패드에서 색차계(CR-300, Minolta Co., Japan)를 이용하여 측정하였으며, light-projection tube(CRA33)을 사용하였다. 화상특성은 화상측정

기)(Zoom video microscope, INU, Korea)로 약 100배 확대 측정하여 파란색을 나타내는 부분은 미강이 남아있는 부분으로, 분홍색을 나타내는 부분은 미강이 완전하게 제거된 부분으로 판단하였다.

## 2) 백도에 따른 식미특성

백도별로 도정된 쌀로 취반한 밥의 식미특성을 측정하기 위하여 현미를 실험용 마찰식정미기(VP-32T, Yamamoto, Japan)로 백도 36~44 범위 5 수준으로 도정한 다음, 백미 2 kg씩을 채취하여 수압수세미(PR-7J, Aiho, Japan)를 이용하여 세미한 후, 백미의 수분함량에 따라 가수량(백미 수분함량 14% 일 때 가수량 1.45배 기준)을 조정하여 30분간 침지한 후 전기밥솥(Samsung 850J, Korea)을 이용하여 취반하였다. 15분간 뜸을 들인 후 혼합 냉각하여 뚜껑이 있는 용기(8.5×4.5 cm, D×H)에 약 50 g의 시료를 분배하여 밥의 관능적 품질평가에 대한 훈련을 받은 25명의 패널을 이용하여 식미를 3회 반복 평가하였다. 식미평가항목 및 기준은 다음의 표 1과 같으며 (Kim 등, 2000), 평가방법은 9점 항목척도(1=대단히 낮음, 5=보통정도, 9=대단히 높음)를 사용하였다. 각 시료간 차이 검증은 SAS을 이용하여 분산분석을 하였으며, 시료간의 차이가 있는 경우 SNK의 다중비교를 실시하여 시료군의 평균값을 비교 분석하였다.

## 3) 효율적인 도정을 위한 백도조건 결정

백도에 따른 표면 및 식미특성을 기준으로 RPC에서 효율적으로 준용하기 위한 백도기준을 설정하였으며, 설정된 백도기준이 도정도 증가에 따른 백도증가의 효율성과 싸라기 발생량을 검토하여 RPC에서 효율적으로 적용될 수 있는지를 판단하였다.

도정도 증가에 따른 백도증가의 효율성은 Kim 등(2005)이

보고한 도정도에 따른 백도모델과 모델의 각 지점에서의 구배 즉, 백도 변화율(1개 도함수)을 이용하였다. 현미에서부터 백도가 거의 최고점이 되는 45가 되는 지점까지의 평균 미분치 보다 적정 도정도에서의 미분치가 높은 수준인지를 판단하였다. 싸라기 발생율은 백도별로 도정한 쌀에 포함되어 있는 싸라기를 수작업으로 선별하여 육안으로 3회 반복 측정하여 평균치를 이용하였다.

도정도 증가에 따른 싸라기 발생량은 시료 30 g을 대상으로 정립 길이 3/4 미만의 싸라기를 수작업으로 선별하여 측정하였으며, 3회 반복 측정하여 평균치를 사용하였다.

## 3. 결과 및 고찰

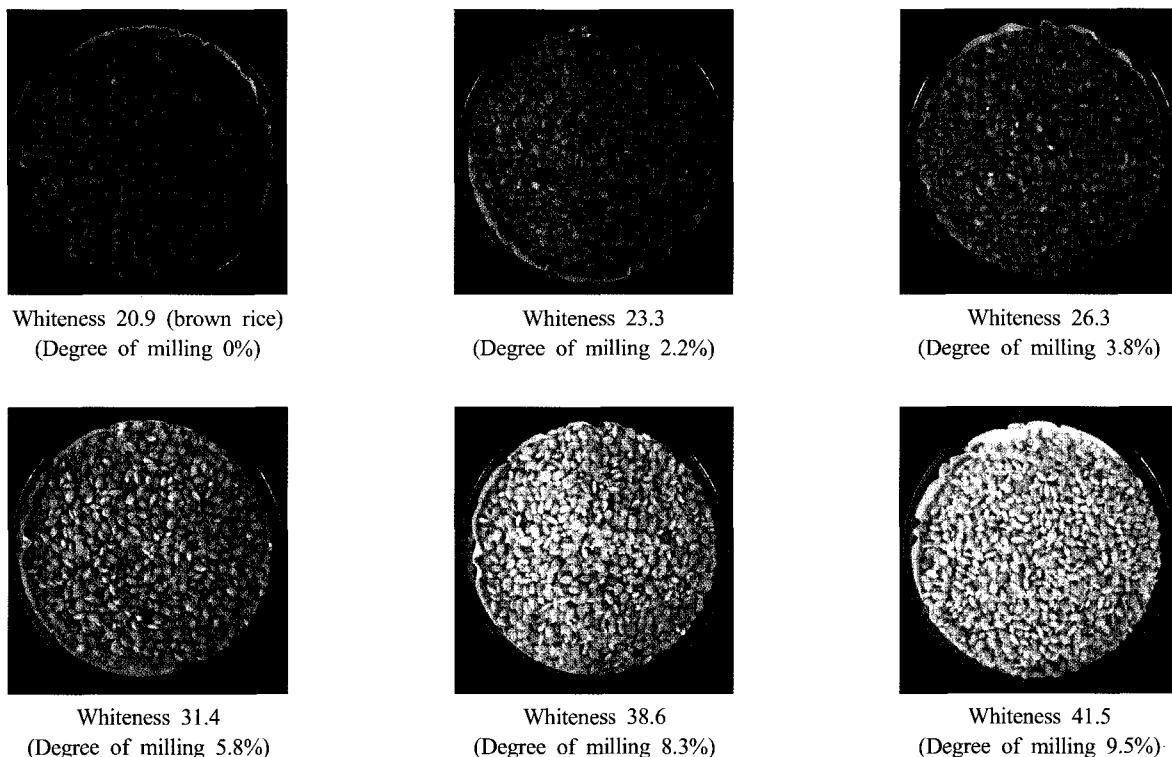
### 가. 백도에 따른 쌀 표면특성

현미를 NMG시약으로 염색하면 파란색을 나타내며, 도정이 진행되면서 쌀은 분홍색으로 나타나고 배아부분은 녹색으로 나타난다(Food Agency, 1995; Barber 등, 1979). 그럼 1은 백도별로 가공된 쌀(추청)을 NMG시약으로 염색한 후 표면의 칼라를 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있듯이 현미(도정도 0.0%, 백도 20.9)는 파란색으로 염색되었으며, 백도 23.3(도정도 2.2%) 및 백도 26.3(도정도 3.8%)은 일부 분홍색을 나타내었으나 대부분 파란색이었으며, 백도 31.4(도정도 5.8%) 및 백도 38.6(도정도 8.3%)은 대부분 분홍색이었지만 파란색의 곡립도 있었다. 그러나, 백도 41.5(도정도 9.5%)에서는 전체적으로 분홍색을 나타내어 미강이 충분하게 제거되었음을 알 수 있었다. 남평과 오대도 유사한 경향을 나타내었다. 이상과 같이 백도가 증가할수록 NMG시약으로 처리한 쌀의 칼라는 파란색이 감소하고 분홍색으로 나타났다.

Lab 칼라시스템에서 b값이 blue↔yellow를 잘 표시할 수 있으므로(Yamashita, 1993; Kim 등, 2005) 백도의 변화에 따

Table 1 Evaluation guide for quality of cooked rice

Attributes	Degree of quality	
	High	Low
Odor	High in characteristic cooked rice odor and no off-odor	Low in characteristic cooked rice odor and presence of off-odor
Appearance	High in glossiness on the surface of cooked rice Preservation of cooked rice kernel shape White cooked rice	Low glossiness on surface of cooked rice Destruction of cooked rice kernel shape
Taste	High in characteristic cooked rice taste and sweet taste No off taste	Low in characteristic cooked rice taste and sweet taste Presence of off taste
Texture	High in stickiness Smooth surface of cooked rice	Low in stickiness Rough surface of cooked rice
Overall	High in quality of odor, appearance, texture, and taste	Low in quality of odor, appearance, texture, and taste



**Fig. 1** Color of rice according to the whiteness after dyeing using NMG reagent (Chuchung).

라  $b$ 값의 변화를 살펴본 결과는 다음 그림 2와 같았다. 그림에서 알 수 있듯이 3개 품종 모두는 백도가 증가할수록  $b$ 값이 감소하였다가 다시 증가하는 경향을 나타내었다.  $b$ 값이 품종에 따라  $-0.23 \sim -0.40$ 으로 최소가 되는 지점은 백도 37.5 ~ 39.2정도이었으며,  $b$ 값이 0이 되는 지점은 3개 품종 모두 백도 39.5수준이었다.

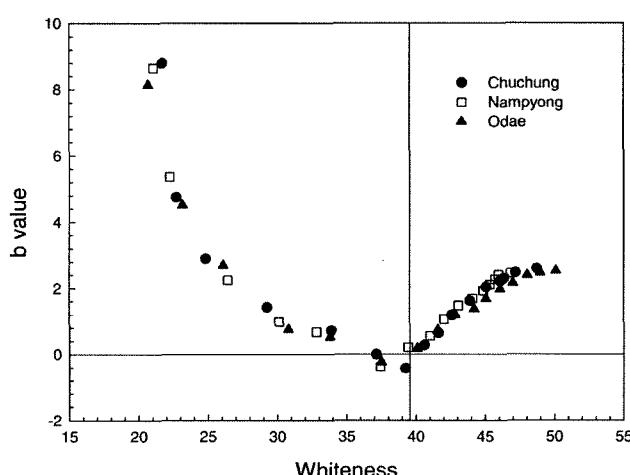
그림 3은 백도별로 가공된 쌀을 NMG시약으로 염색한 후 쌀 날알의 화상을 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있듯이 백도 25.4(도정도 3.3%)에서는 배부분에서 미강이 제거되었으며, 백도가 33.2(도정도 6.4%)로 증가할수록 등 부분의 미강도 제거되었으며, 백도 36.7(도정도 7.6%)에서는 골부분에서 미강이 제거되지 않았고, 백도 40.6(도정도 9.1%)이상에서는 미강이 골 부분에 극히 일부 남아있는 정도로서 거의 제거되었음을 알 수 있었다.

따라서, 백도 40, 도정도 8.9% 수준 이상에서는 미강이 거의 제거된 것을 알 수 있었다.

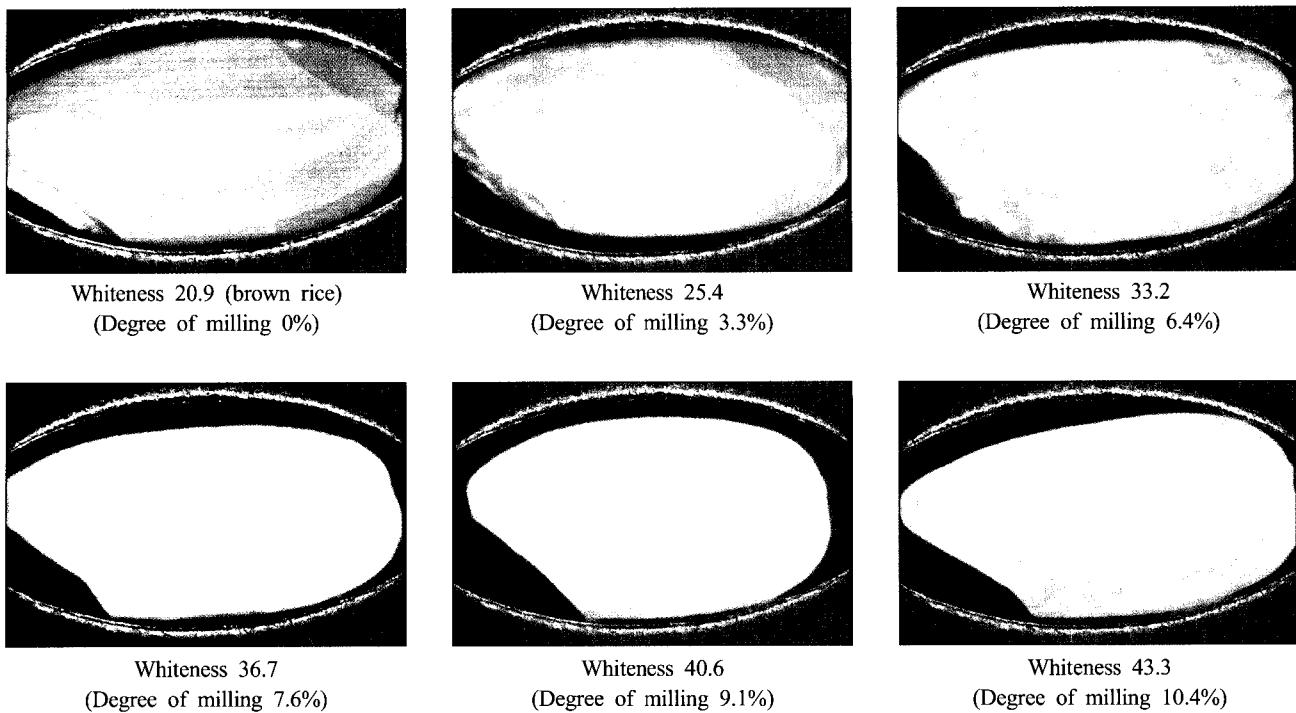
#### 나. 백도에 따른 식미특성

백도는 도정도를 나타내며, 도정도가 낮을수록 미강의 제거가 불충분하여 식미가 저하하고 유통중 품질저하가 높은 것으로 알려져 있다(Yamashita, 1993). Kim 등(2000)은 우리나라에서 시판되고 있는 쌀 292점을 수집하여 백도, 합수율, 단백질 및 아밀로스 함량 등과 밥의 식미특성과의 상관관계를 측정한 결과, 쌀의 백도가 다른 특성에 비해 상대적으로 식미와 높은 상관관계를 나타내었다고 보고하였다. 이와 같이 쌀의 백도는 식미와 밀접한 관계가 있음을 알 수 있다.

다음 표 2는 추청을 백도별로 가공하여 정립비율 98% 이상으로 선별한 쌀로 취반한 밥을 이용하여 관능검사를 실시한 결과를 나타낸 것이다. 표에서 알 수 있듯이 백도가 증가할수록 냄새, 외관, 맛, 조직감과 전반적인 품질이 증가하는 경향



**Fig. 2** Relationship between  $b$  value and whiteness for rice after dyeing using NMG reagent.

**Fig. 3** Color of rice kernel according to the whiteness after dyeing using NMG reagent (Chuchung).**Table 2** Results of sensory evaluation for cooked rice of Chuchung and Nampyong by whiteness

Sensory quality		Quality score <sup>1)</sup> (Whiteness of Chuchung)				
		36.4	38.2	40.6	42.2	44.4
Quality	Odor ***	7.02 <sup>b</sup>	7.48 <sup>a</sup>	7.61 <sup>a</sup>	7.85 <sup>a</sup>	8.00 <sup>a</sup>
	Appearance ***	6.77 <sup>d</sup>	7.33 <sup>c</sup>	7.69 <sup>b</sup>	8.11 <sup>a</sup>	8.25 <sup>a</sup>
	Taste ***	6.62 <sup>c</sup>	7.12 <sup>b</sup>	7.48 <sup>ab</sup>	7.66 <sup>a</sup>	7.79 <sup>a</sup>
	Texture ***	6.46 <sup>b</sup>	7.13 <sup>a</sup>	7.30 <sup>a</sup>	7.59 <sup>a</sup>	7.52 <sup>a</sup>
Overall quality ***		6.28 <sup>c</sup>	7.00 <sup>b</sup>	7.31 <sup>ab</sup>	7.61 <sup>a</sup>	7.57 <sup>a</sup>
Sensory quality		Quality score <sup>1)</sup> (Whiteness of Nampyong)				
		36.3	38.2	40.4	42.3	44.6
Quality	Odor *	6.77 <sup>b</sup>	7.33 <sup>ab</sup>	7.25 <sup>ab</sup>	7.30 <sup>ab</sup>	7.54 <sup>a</sup>
	Appearance **	6.75 <sup>b</sup>	7.54 <sup>a</sup>	7.56 <sup>a</sup>	7.83 <sup>a</sup>	7.88 <sup>a</sup>
	Taste **	6.51 <sup>b</sup>	6.99 <sup>ab</sup>	6.97 <sup>ab</sup>	7.21 <sup>a</sup>	7.24 <sup>a</sup>
	Texture *	6.47 <sup>b</sup>	6.60 <sup>ab</sup>	6.89 <sup>ab</sup>	7.14 <sup>a</sup>	7.11 <sup>a</sup>
Overall quality **		6.44 <sup>b</sup>	6.86 <sup>ab</sup>	6.93 <sup>ab</sup>	7.17 <sup>a</sup>	7.22 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> : 1=very low, 9=very high.<sup>abc</sup> : values followed by the same letter are not significantly different.

\*, \*\*, \*\*\* : Significantly at the p=0.05, p=0.01, p=0.001, respectively.

을 나타내었으나, 0.01 수준에서 백도 40 수준을 중심으로 백도 38 수준과 백도 40 수준, 백도 40 수준과 42, 44 수준에서 유의적인 차이를 나타내지 않았으며, 백도 40 수준 이상에서 도정도를 증가시켜도 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 남평도 비슷한 경향으로 나타났다. 따라서, 관능검사 결과에서 적정 백도는 40 수준 정도가 될 것으로 판단되었다.

#### 다. 효율적인 도정을 위한 백도조건 결정

백도에 따른 미강의 제거정도와, 백도별로 가공한 쌀로 취반한 밥의 관능검사 결과, 백도 40~41 수준, 도정도 8.9~9.2% 수준 정도가 적합한 것으로 판단되었다. 그러나, 도정도는 수율과 밀접한 관계가 있으므로 실제 RPC에서 사용하기 위해서는 수율과 관련된 검토가 필요하다.

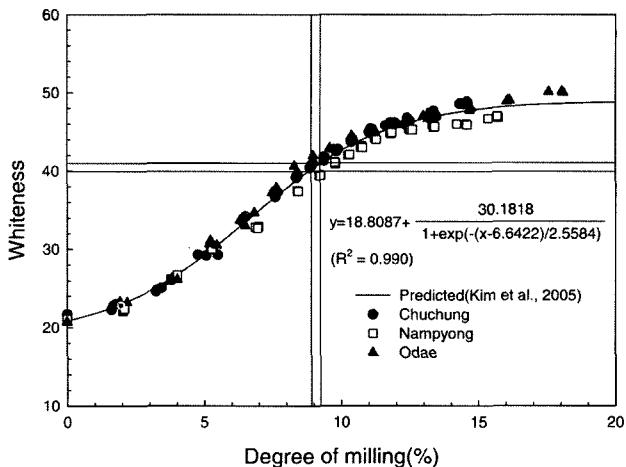


Fig. 4 Changes of whiteness of milled rice according to degree of milling.

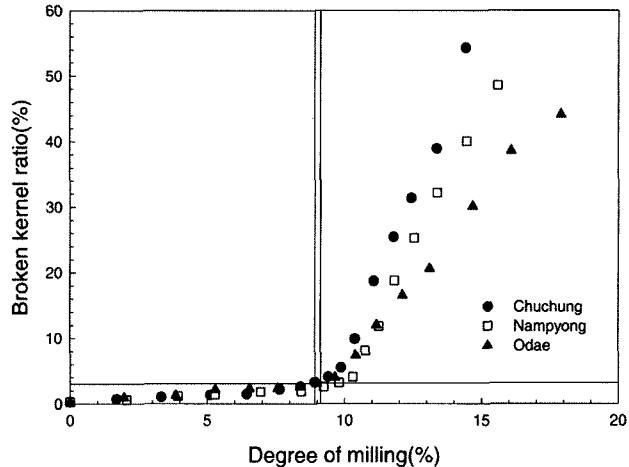


Fig. 6 Changes of broken kernel ratio according to degree of milling.

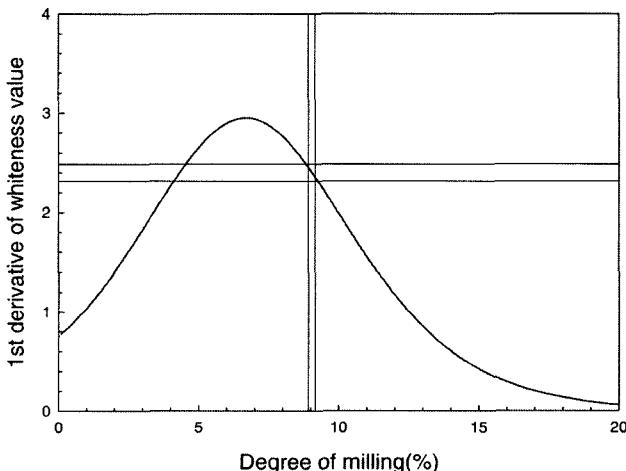


Fig. 5 The first derivative of whiteness according to degree of milling.

다음의 그림 4는 Kim 등(2005)이 개발한 도정도에 따른 백도모델을 이용하여 적정 도정조건의 백도와 도정도를 나타낸 것이며, 그림 5는 그림 4를 이용하여 도정도의 증가에 따른 백도의 변화율(1개 도함수)을 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있듯이 현미에서부터 도정도가 증가함에 따라 1차 미분치는 증가하여 도정도 6.7%(백도 34.1) 수준에서 2.95로 최대치를 나타내었다가 도정도가 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. RPC에서 유용할 수 있을 것으로 판단되는 도정도 11.5%(백도 45)까지의 평균 미분치는 2.10 수준이었으며, 도정도 8.9~9.2%(백도 40~41)에서 미분치는 2.34~2.46으로서 평균 미분치보다 높았다. 따라서, 도정도의 증가에 따른 백도효율성 측면에서는 백도 40~41 수준은 적용이 가능할 것으로 판단되었다.

한편, 도정도에 따른 싸라기 발생율은 그림 6과 같이 도정

도 9.5%까지는 완만하게 증가하였지만, 이 후로는 급격히 증가하였다. 따라서, 도정도 8.9~9.2%(백도 40~41)에서 싸라기 발생율은 약 3.0~3.4% 정도로 싸라기가 급격히 증가하기 전의 수준으로 RPC에서의 수익 측면에서도 백도 40~41 수준은 적용이 가능할 것으로 판단되었다.

#### 4. 오약 및 결론

본 연구는 RPC에서 효율적으로 적용이 가능한 백도조건을 결정하기 위하여 백도별로 염색법을 이용하여 쌀 표면의 미강제거 정도와 취반한 밥의 식미 관능검사를 측정하여 백도 조건을 설정하였다. 또한, Kim 등(2005)의 도정도의 증가에 따른 백도모델을 1차 미분하여 도정도의 증가에 따른 백도증가의 효율성을 검토하고, 싸라기 발생율을 검토하여 설정된 백도조건이 RPC에서 적용할 수 있는지 여부를 판단하였다.

백도별로 가공된 쌀을 NMG시약으로 염색하여 표면의 칼라특성과 단립의 화상을 측정하였다. 백도 41.5(도정도 9.5 %) 이상에서 전체적으로 분홍색을 나타내어 미강이 충분하게 제거되었고, 백도 40.6(도정도 9.1%) 이상에서 단립의 골 부분에 미강이 극히 일부 남아있는 정도로서 거의 제거되었음을 알 수 있었다. 추청 현미를 백도별로 가공하여 취반한 밥의 식미 관능검사를 실시한 결과, 0.01 수준에서 백도 40 이상에서 식미가 우수하게 나타났다. 따라서, 백도 40~41 수준, 도정도 8.9~9.2% 수준 정도가 백도조건으로 적정한 것으로 나타났다.

현미에서부터 도정도가 증가함에 따라 1차 미분치는 증가하여 도정도 6.7%(백도 34.1) 수준에서 2.95로 최대치까지 증가하였다가 이 후 감소하는 경향을 나타내었다. 도정공정

에서 적용할 수 있는 도정도 11.5%(백도 45)까지의 평균 미분치는 2.10 수준으로, 도정도 8.9~9.2%(백도 40~41)에서 미분치는 2.34~2.46으로서 평균 미분치보다 높았으며, 이때의 쌈라기 발생율은 3.0~3.4% 정도로 쌈라기가 급격히 증가하기 전의 수준으로 백도 40~41 수준은 RPC에서 적용이 가능한 백도조건으로 판단되었다.

### ● 참고문헌

- Barber S. and C. B. de Barber. 1979. Outlook for rice milling quality evaluation system. Proceeding of the workshop on chemical aspects of rice grain quality. IRRI. pp. 209.
- Bhattacharya, K. R. and C. M. Sowbhagya. 1976. Technical note: An alkali degradation test and an alcoholic alkali bran-staining test for determination the approximate degree of milling of rice. J. Food Technol. 11:309-312.
- Food Agency of Japan. 1995. Rice post-harvest technology. Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan. pp. 416-425.
- Kim, D. C., S. E. Lee, S. S. Kim and O. W. Kim. 2000. Studies on development post-harvest technique for paddy. Agricultural R&D Promotion Center. pp. 368-374.
- Kim, O. W., H. Kim and S. E. Lee. 2005. Color modeling of milled rice by milling degree. The Korea Society of Food Preservation 12(2):141-145.
- Kim, S. S., S. E. Lee, O. W. Kim, D. C. Kim. 2000. Physicochemical characteristics of chalky kernels and their effects on sensory quality of cooked rice. Cereal Chem. 77(3):376-379.
- Lee, S. E., D. C. Kim, O. W. Kim, H. Kim and S. S. Kim. 2001. Study on the quality enhancement of domestic rice. Agricultural R&D Promotion Center. pp. 6-7.
- SHAMS-UD-DIN. MD. and K. R. Bhattacharya. 1978. On the meaning of the degree of milling of rice. J. Food Technol. 13:99-105.
- United States Department of Agriculture. 1994. Rice inspection handbook. USDA. pp. 5-18.
- Yamashita R. 1993. New technology in grain post-harvesting. Farm Machinery Industrial Research Corp. pp. 183-187.
- 川村周三. 1990. 米の搗精と精白米の品質および食味(2報) 搗精特性. 北海道大學邦文紀要 17(1):25-49.