

백도에 따른 쌀의 도정 및 식미특성

Characteristics of Milling and Sensory Quality for Milled Rice according to Whiteness

김의웅*	김 훈*	김동철*	김상숙*
정회원	정회원	정회원	
O. W. Kim	H. Kim	D. C. Kim	S. S. Kim

1. 서론

백도는 완전한 어둠을 0으로 하고, Mg 리본을 태웠을 때 발생하는 하얀색 연기를 100으로 하고 그 사이를 100등분한 일종의 빛의 반사지수(reflective index)로서, 현미는 도정이 진행되면서 미강이 제거되고, 백도는 증가하게 된다. 백도는 미강의 제거정도를 나타내는 도정도(degree of milling)와도 밀접한 관계가 있어 도정도가 증가할수록 백도도 일정범위까지 증가하게 된다. 또한, 백도가 증가할수록 외관품위는 좋아지나 도정수율이 저하하게 되고, 백도가 낮을수록 품질은 저하하지만 도정수율은 높아지게 되므로 백도는 도정수율에도 큰 영향을 미친다. 그러나, 도정과정중에서 도정도 또는 도정수율을 측정하기는 현실적으로 불가능하여 대부분 경험에 의존하고 있어서, 백도를 이용하여 도정정도를 객관적으로 측정하는 것이 필요하다.

한편, 우리나라 쌀의 표준출하규격에서는 “형태”를 “강층이 완전히 제거되고 낱알 윤기가 뛰어나며 충실한 것”으로 정의하고 있으나 미강이 완전히 제거되었는지를 간편하게 측정할 수 있는 방법이 제시되어 있지 않아 실제로 적용이 어려운 실정이었다. 또한, 미국이나 일본 등도 우리나라와 비슷한 실정이다. Bhattacharya 등(1976)은 장립종 쌀을 도정도 10%까지 가공한 후 알칼리 붕괴도 측정법과 iodine 염색법으로 도정도에 따른 미강층의 제거정도를 측정하여 도정도 8~10%정도가 적절하게 도정된 것이라고 보고하였다. Barber 등(1979)은 NMG시약 염색법(New May-Grünwald regent dyeing method)을 이용하여 쌀 낱알 표면에서 미강이 남아 있는 부분의 면적 비율이 3.0~5.5%정도일 때가 5단으로 정미기를 설치한 도정공장에서 최적 도정도라고 보고하였다. 또한, 일본식량청(1995)은 현미의 백도 18에 경험치 20을 더한 38정도가 적절한 도정수준이며, 미강의 제거정도는 NMG시약 염색법으로 측정할 수 있다고 하였다.

이와 같이 도정기준과 관련되어 보고된 연구결과는 염색법을 이용하여 쌀 표면의 미강이 남아있는 수준을 판단한 것이 대부분으로 객관적인 도정기준의 설정이 불가능하고, RPC 및 도정과정에서 유용하게 적용할 수 있는 연구는 전무한 실정이다. 따라서, 미강이 적정하게 제거되고, 식미가 높으면서 도정수율의 저하가 최소화될 수 있는 도정기준이 필요한 실정이다.

본 연구에서는 백도를 기준으로 적정 도정기준을 정립하기 위하여 백도에 따른 도정 및 식미특성을 구명하는데 목적이 있다.

* 한국식품연구원 특화연구본부

2. 재료 및 방법

가. 공시재료

실험에 사용한 벼는 2003년 수확한 추청, 남평 및 오대 등 3개 품종으로서, 초기 함수율은 16.5%내외이였으며, 임펠라형 현미기(Shizuoka Seiki, Japan)를 이용하여 제현한 후, 탈부된 현미를 색채선별기(ACS-12, A-Mecs, Korea)에 3회 통과시켜 비정상립을 선별하였다.

나. 실험방법

3품종의 현미 정상립을 각각 실험용 마찰식정미기(VP-32T, Yamamoto, Japan)를 이용하여 수회 통과시켜 도정하였다. 통과횟수별로 백도, 함수율, 곡은, 싸라기 발생량, NMG시약 염색 및 도정도를 측정하였다. 백도 및 함수율은 정상립을 선별하여 백도계(CR-300-3, Kett, Japan) 및 단립수분계(CTR-800, Shizuoka Seiki, Japan)를 이용하여 3회 반복 측정하였다. 곡은은 Thermocouple(T type)을 이용하여 측정하였으며, 싸라기 발생율은 50g의 시료를 축분하여 수작업으로 3회 반복 측정하였다. NMG시약은 1% 농도의 eosin과 methylene blue용액을 혼합한 후 methanol을 이용하여 3배로 희석하여 제조한 후 쌀 시료약 12g을 NMG시약으로 염색하였다. 염색된 시료의 Lab값의 원통형 용기(41×12.5mm)에 담아 흑색패드에서 색차계(CR-300, Minolta Co., Japan)을 이용하여 측정하였다. NMG시약 처리된 단립 표면의 화상측정은 화상측정기(Zoom video microscope, INU, Korea)로 측정하여 파란색을 나타내는 부분은 미강이 남아 있는 부분으로, 분홍색을 나타내는 부분은 미강이 완전하게 제거된 부분으로 판단하였다. 쌀의 백도에 따른 식미변화를 측정하기 위하여 2품종(추청, 남평)의 현미를 실험용 마찰식정미기(VP-32T, Yamamoto, Japan)로 5수준의 백도범위로 가공한 다음, 각각 3회씩 밥의 관능적 품질평가에 대한 훈련을 받은 25명의 전문패널을 이용하여 식미 관능검사를 평가하였다. 평가방법은 9점 항목척도를 사용하였으며, 각 시료간 차이검증은 SAS의 분산분석 및 SNK의 다중비교를 이용하여 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 백도에 따른 도정특성

그림 1, 2, 3은 3개 품종의 벼의 도정도 변화에 따른 싸라기 발생량과, 곡은 및 함수율 변화를 각각 나타낸 것이다. 싸라기 발생량은 도정도 10%수준까지는 도정도가 증가하여도 5%이하로 큰 변화를 보이지 않다가 그 이상에서는 급증하는 경향을 나타내었다. 곡은은 도정도 약 10%까지는 도정도가 증가할수록 급격하게 상승하였으나, 그 이상의 도정도에서는 도정도의 증가에 따라 곡은 증가는 그다지 크지 않았다. 또한, 도정도의 증가에 따라 함수율은 감소하는 경향을 나타내었는데 특히, 도정도 10%내외에서 감소폭이 더욱 크게 나타났다. 실험에 사용한 현미의 품온이 23℃수준이었으며, 도정도 10%에서 백미의 품온이 약 38℃수준으로 약 15℃정도가 증가하였다. 일반적으로 함수율 저하와 싸라기의 발생원인이 곡은상승에 의한 수분의 증발과 곡물의 강도저하로서, 도정도 10%이상에서 싸라기 발생량이 급증하고 함수율 저하가 큰

것은 품은 상승에 의한 것이며, 도정도 10%이내까지는 품은 상승에 의한 영향 즉, 도정조건에 의한 영향이 거의 없는 것으로 판단된다.

백도별로 가공된 추청을 NMG시약으로 염색하여 표면의 칼라특성을 측정하였다. 현미(도정도 0.0%, 백도 20.9)는 파란색으로 염색되었으며, 백도 23.3(도정도 2.2%) 및 백도 26.3(도정도 3.8%)에서는 일부 분홍색을 나타내었으나 대부분 파란색이었으며, 백도 31.4(도정도 5.8%) 및 백도 38.6(도정도 8.3%)는 대부분 분홍색이었지만 일부 곡립은 파란색을 나타내었다. 그러나, 백도 41.5(도정도 9.5 %)이상에서는 전체적으로 분홍색을 나타내어 미강이 충분히 제거되었다. 따라서, 백도가 증가할수록 NMG시약으로 염색한 쌀의 칼라는 파란색이 감소하고 분홍색이 나타났다. 백도의 따른 Lab 칼라시스템에서 b값의 변화를 나타낸 것이 그림 4이다. 그림에서와 같이 3개 품종 모두가 백도가 증가할수록 b값이 감소하였다가 다시 증가하는 경향을 나타내었다. b값이 품종에 따라 -0.23~-0.40으로 최소가 되는 지점은 백도 37.5~39.2정도이었으며, b값이 0이 되는 지점은 3품종이 동일한 백도 39.5수준이었다.

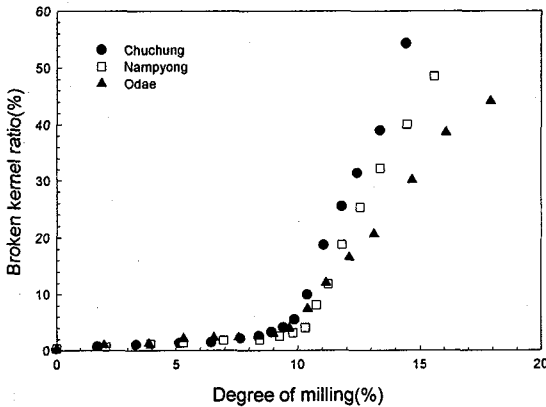


Fig. 1 Change of broken kernel ratio according to degree of milling.

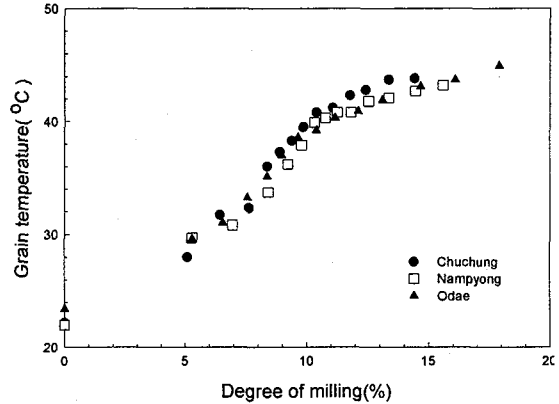


Fig. 2 Change of grain temperature according to degree of milling.

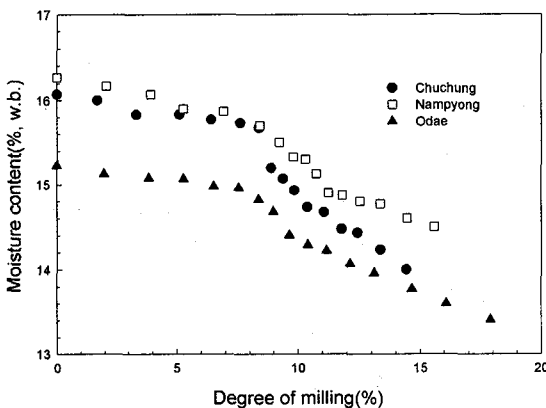


Fig. 3 Change of moisture content according to degree of milling.

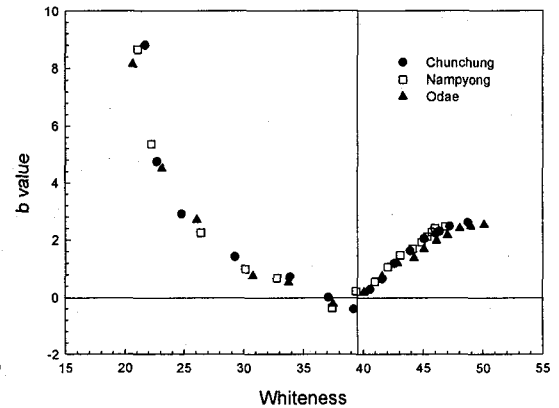


Fig. 4 Changes of b value according to whiteness by NMG reagent dyeing method.

백도별로 가공된 쌀을 NMG시약으로 염색하여 쌀 단립을 약 100배 확대하여 화상을 분석한 결과 백도 25.4(도정도 3.3%)에서는 배아가 있는 배부위에서 미강이 제거되었으며, 백도 33.2(도정도 6.4%)로 증가할수록 배의 반대쪽인등부위의 미강도 제거되었으며, 백도 36.7(도정도 7.6%)에서는 표면의 세로홈인 골부분에서 미강이 덜 제거되었으며, 백도 40.6(도정도 9.1%)이상에서는 미강이 골 부위에서 거의 제거되었다.

나. 백도에 따른 식미특성

다음의 표 1은 추청, 남평 등 2품종의 현미를 백도별로 가공하여 정립비율 98%이상으로 선별한 후 취반한 밥을 이용하여 관능검사를 실시한 결과를 나타낸 것이다. 표에서 알 수 있듯이 백도가 증가할수록 냄새, 외관, 맛, 조직감과 전반적인 품질이 증가하는 경향을 나타내었으나, p=0.001 수준에서 백도 40수준을 중심으로 백도 38수준과 백도 40수준, 백도 40수준과 42, 44수준에서 유의적인 차이를 나타내지 않았으며, 백도 40수준 이상에서 백도를 증가시켜도 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 따라서, 식미 관능검사 결과에서 적정 백도는 40수준 정도가 될 것으로 판단되었다.

Table 1 Effect of whiteness on scores of sensory quality for cooked rice

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

¹⁾ : 1=very low, 9=very high.

^{abc} : values followed by the same letter are not significantly different.

^{*}, ^{**}, ^{***} : Significantly at the p=0.05, 0.01, 0.001, respectively.

다. 적정 도정기준

백도별 미강의 제거정도와, 백도별로 가공한 쌀로 취반한 밥의 식미 관능검사 결과, 백도 약 40~41수준, 도정도 8.9~9.2% 수준 정도가 적합한 것으로 판단되었다. 그러나, 도정도는 도정수율과 관계가 있으므로 실제 도정공정에서 사용하기 위해서는 도정수율과 관련된 검토가 필요하다. 그림 5는 도정도에 따른 백도모델을 이용하여 적정 도정조건의 백도와 도정도를 나타낸 것이며, 그림 6은 그림 5를 이용하여 도정도의 증가에 따른 백도의 증가치 즉, 도정도에 따른 백도모델의 1차 미분치(구배)를 나타낸 것이다. 그림 6에서와 같이 현미에서부터 도정도가 증가함에 따라 1차 미분치는 증가하여 도정도 6.7%(백도 34.1)수준에서 2.95로 최대치까지 증가하였다가 도정도가 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 도정공정에서 적용할 수 있는 도정도 11.5%(백도 45)까지의 평균 미분치는 2.10수준으로, 도정도 8.9~9.2%(백도 40~41)에서 미분치는 2.34~2.46으로서 평균 미분치보다 높았다. 따라서, 도정도의 증가에 따른 백도효율성 측면에서는 백도 40~41수준은 적용이 가능할 것으로 판단되었다.

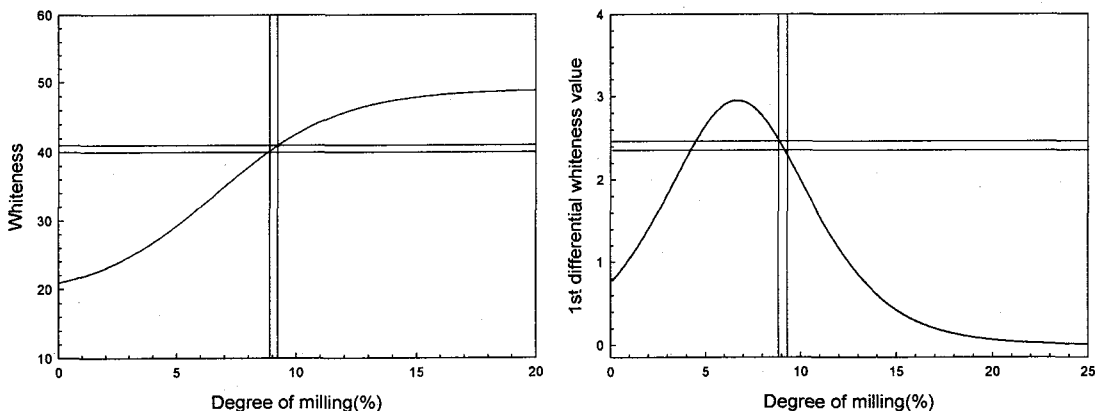


Fig. 5 Milling standard based on whiteness. Fig. 6 Efficiency of the milling using the first differential value of whiteness.

4. 요약 및 결론

본 연구에서는 백도를 기준으로 적정 도정기준을 정립하기 위해서 백도별 찌라기 발생량, 곡은, 함수율 및 쌀 표면의 미강제거 정도 등 도정특성과 백도별 식미 관능검사를 식미특성을 구명하고 수행되었다.

찌라기 발생량은 도정도 10%수준까지는 도정도가 증가하여도 5%이하로 큰 변화를 보이지 않다가 그 이상에서는 급증하는 경향을 나타내었다. 곡은은 도정도 약 10%까지는 도정도가 증가할수록 급격하게 상승하였으나, 그 이상의 도정도에서는 도정도의 증가에 따라 곡은 증가는 그다지 크지 않았다. 또한, 도정도의 증가에 따라 함수율은 감소하는 경향을 나타내었는데 특히, 도정도 10%내외에서 감소폭이 더욱 크게 나타났다. 따라서, 도정도 10%이상에서 찌라기

발생량이 급증하고 함수율 저하가 큰 것은 품온 상승에 의한 것임을 알 수 있었으며, 도정도 10%이내까지는 품온 상승에 의한 영향 즉, 도정조건에 의한 영향이 거의 없었다는 것을 알 수 있었다. 백도별로 가공된 추청을 NMG시약으로 염색하여 표면의 칼라특성을 측정된 결과, 백도 41.5(도정도 9.5 %)이상에서는 전체적으로 분홍색을 나타내어 미강이 충분하게 제거되었다..

쌀 단립을 약 100배 확대하여 화상을 분석한 결과, 백도 36.7(도정도 7.6%)에서는 표면의 세로홈인 골부분에서 미강이 덜 제거되었으며, 백도 40.6(도정도 9.1%)이상에서는 미강이 골 부분에 극히 일부 남아있는 정도로서 거의 제거되었음을 알 수 있었다.

추청, 남평 등 2품종의 현미를 백도별로 가공하여 식미 관능검사를 실시한 결과, $p=0.001$ 수준에서 백도 40을 중심으로 백도 38수준과 백도 40수준, 백도 40수준과 42, 44수준에서 유의적인 차이를 나타내지 않았으며, 백도 40수준 이상에서 백도를 증가시켜도 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 따라서, 관능검사 결과에서 적정 백도는 40수준 정도가 될 것으로 판단되었다.

현미에서부터 도정도가 증가함에 따라 1차 미분치는 증가하여 도정도 6.7%(백도 34.1)수준에서 2.95로 최대치까지 증가하였다가 이 후 감소하는 경향을 나타내었다. 도정공정에서 적용할 수 있는 도정도 11.5%(백도 45)까지의 평균 미분치는 2.10수준으로, 도정도 8.9~9.2%(백도 40~41)에서 미분치는 2.34~2.46으로서 평균 미분치보다 높았다. 따라서, 도정도의 증가에 따른 백도효율성 측면에서는 백도 40~41수준은 적용이 가능할 것으로 판단되었다.

5. 참고문헌

1. Kim. O. W., D. C. Kim., H. Kim., S. E. Lee., S. S. Kim. et al. 2004. Development of uniform milling technology for production and distribution of high quality milled rice. Korea Food Research Institute.
2. Barber S. et al. 1979. Outlook for rice milling quality evaluation system. Proceeding of the workshop on "Chemical aspects of rice grain quality, IRRI.
3. Bhattacharya, K. M. 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.
4. The Food Agency of Japan. 1995. Rice post-harvest technology.