

# 화상처리에 의한 도정도의 모델링

## Modeling of Milling Degree for Milled Rice using Optical Image Processing

김의웅\*    윤두현\*\*    김  훈\*    한경화\*    금동혁\*\*  
정회원    정회원    정회원    비회원    정회원  
O. W. Kim   D. H. Yoon   H. Kim   K. H. Han   D. H. Keum

### 1. 서론

도정도(Degree of milling)는 현미에서 제거되는 미강에 대한 중량비로서 도정수율은 물론이고 쌀의 품질과도 밀접한 관계가 있다. 현미에서 미강이 완전히 제거되면 유통 중 지방의 산패에 의한 변질을 최소화하여 백미의 식미를 높일 수 있으나 미강이 완전히 제거된 이후까지 과도정이 이루어지면 도정수율이 저하하게 된다. 따라서 적절한 도정도로 쌀을 가공하는 것은 도정수율과 품질 면에서 대단히 중요하다.

도정도는 현미와 백미의 전체중량을 측정하거나 친립중을 측정하는 방법 등이 있으나 측정에 장시간이 소요되고 현장에서 측정하기가 용이하지 않아 주로 쌀의 칼라에 의존하고 있으며, 특히 백도와 밀접한 관계가 있다.

Bhattacharya 등(1976)은 장립종 쌀을 도정도 10%까지 가공한 후 알카리 붕괴도 측정법과 iodine 염색법으로 도정도에 따른 미강층의 제거 정도를 측정하여 8~10%정도가 적절하게 도정된 것이라고 보고하였다. 일본식량청(1995)은 현미에서 미강의 제거정도는 NMG시약 염색법으로 측정할 수 있다고 보고하였다. Barber 등(1979)은 NMG시약 염색법을 이용하여 쌀 낱알 표면에서 미강이 남아있는 부분의 면적비율을 측정하여 계량화하였으나 정확한 수치를 산출하지는 못하였다. Liu 등(2002)은 도정된 쌀을 NMG시약 염색법과 화상을 이용하여 잔류미강을 수치화하였으나, 백도 및 도정도와의 상관관계를 구명하지는 못하였다.

따라서 본 연구에서는 화상처리를 이용하여 도정과정에서 제거되지 않은 미강을 측정하여 백도모델을 개발하고 상관관계를 구명하는데 목적이 있다.

---

\* 한국식품연구원 특화연구본부

\*\* 성균관대학교 생명공학부 바이오메카트로닉스전공

## 2. 재료 및 방법

### 가. 공시재료

본 실험에 사용한 시료는 2006년산 현미 추청으로 경기 화성소재 RPC에서 구입하여 색채선별기(ACS-12, A-Mecs, Korea)로 비정상립을 선별하였다. 현미의 초기함수율은 16.2%(w.b.)이었다.

### 나. 실험방법

#### 1) 화상처리에 의한 잔류미강 측정

도정과정에서 백미 낱알에 제거되지 않은 잔류미강은 육안이나 화상처리로 판별이 불가능하므로 NMG시약으로 염색한 후 화상처리로 판별하였다. Eosin과 Methylene blue용액을 혼합하여 1% 농도의 NMG시약을 제조한 후 Methanol을 사용하여 3배 희석하였다. 시료를 20초간 증류수로 세척한 후, 제조한 NMG시약을 염색한 후 Methanol로 세척한 후 건조하였다. NMG시약으로 염색처리를 하면 미강이 제거된 백미의 전분층은 분홍색, 제거되지 않은 미강은 녹색 및 청색으로 나타난다(Kim 등, 2005).

NMG시약으로 염색처리 한 백미 낱알(그림 1(a))을 화상측정기(Zoom video microscope, INU, Korea)를 사용하여 영상을 획득한 후 Image Analyzer(HAROX, HK-2200, Japan)를 이용하여 노란색, 녹색 및 청색의 가상(pseudo)의 색을 설정하였다(그림 1(b)). 백미 낱알의 잔류미강 즉, 녹색 및 청색의 면적을 구한 후 전체 면적의 비율로 산출하였다(그림 1(c)). 산출된 값은 CBB(Colored Bran Balance) index로 정의하였다.

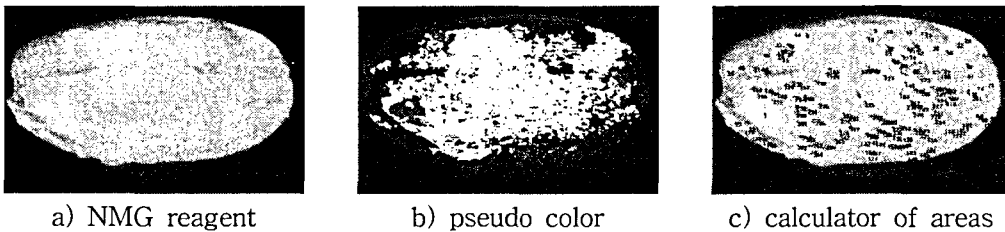


Fig. 1 Measurement of CBB index using optical image processing.

#### 2) CBB index를 이용한 백도 및 도정도 모델

현미 정상립을 대상으로 마찰식정미기(VP-31T, Yamamoto, Japan)를 사용하여 백도 별로 도정한 후 현미 정립을 선별하여 CBB index를 구하였다.

도정도는 정립 1,000립의 중량인 천립중을 이용하여 계산하였으며, 백도는 정립을 선별하여 백도계(CR 300-3, kett, Japan)를 이용하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 도정도에 따른 CBB index

그림 2는 백도 및 도정도에 따른 백미 낱알의 영상과 CBB index 값을 나타낸 것으로 백도 및 도정도가 증가할수록 잔류미강은 감소하여 낱알의 끝 부위에만 미강이 잔류하였다. 백도 23~43범위에서의 CBB index는 백도가 증가할수록 감소하여 51.1~1.0 범위로 나타났다.

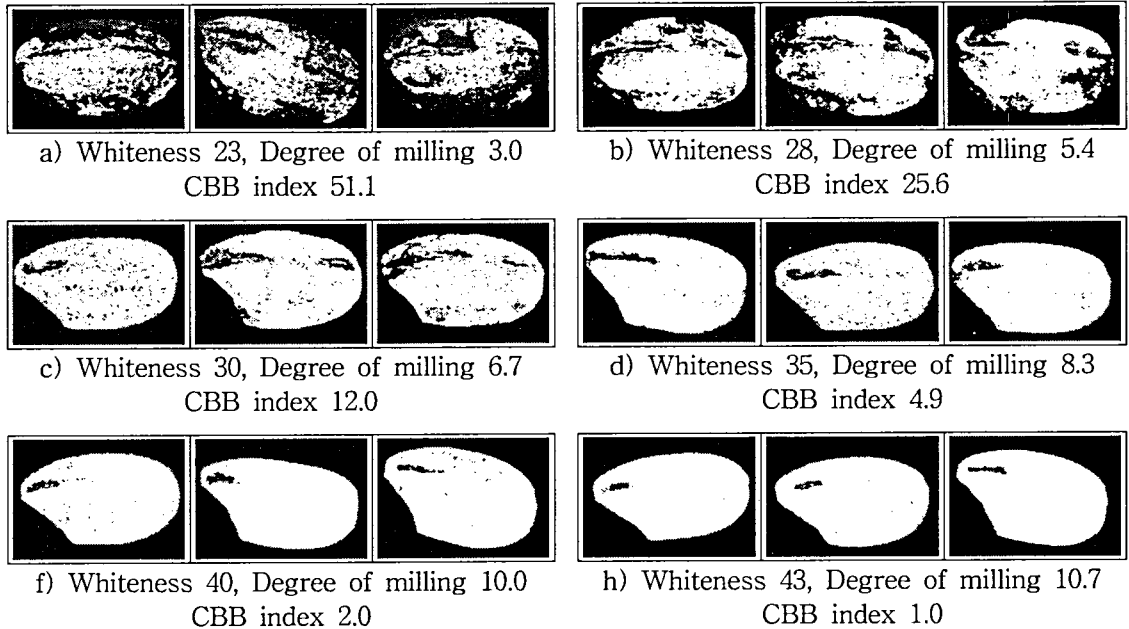


Fig. 2 Images of different whiteness and stained with NMG reagent

#### 나. CBB index에 의한 백도 모델링

그림 3은 백도에 따른 CBB index를 나타낸 것이며 실험모델은 식(1)과 같이 결정계수 0.9989로 잘 일치하는 것으로 나타났다. 그림 4는 백도의 증가에 따른 CBB index의 변화율(1개 도함수)을 나타낸 것이다. 백도가 증가할수록 CBB index는 급격히 감소하여 백도 약 40 수준에서는 완만하게 감소하였다.

### 4. 결론 및 요약

본 연구는 도정과정에서 제거되지 않은 미강을 NMG염색법 및 화상처리로 영상을 획득하고 CBB index를 측정하여 백도모델의 개발 및 상관관계를 구명하기 위하여 수행되었다.

백미 낱알의 잔류미강을 측정하기 위하여 NMG시약으로 염색한 후 화상처리로 영상을 획득하였다. 낱알 영상을 미강이 제거된 백미와 잔류미강으로 구분하도록 가상의 색으로 처리하여 전체면적에 대한 잔류미강의 면적 비를 측정하여 CBB(Colored Bran Balance) index로 표현하였다.

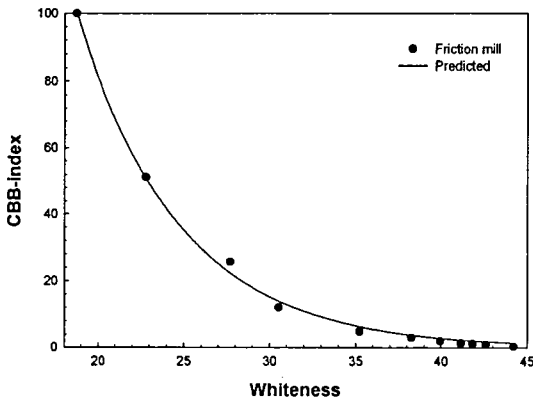


Fig. 3 CBB index changes of according to whiteness.

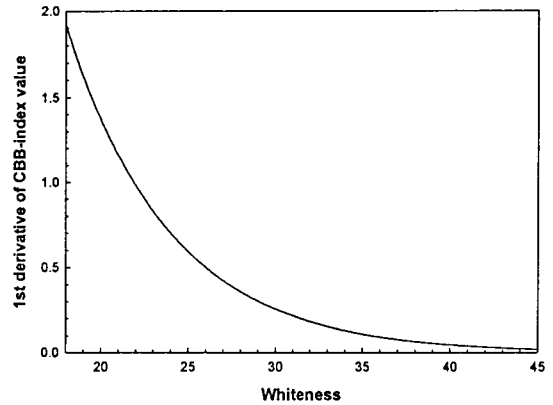


Fig. 4 The first derivative of CBB index according to whiteness.

$$C = a e^{-bx} \dots\dots\dots (1)$$

여기서,  $C$  : CBB index,  $a$  : 2314.96,  $b$  : 0.16754,  $x$  : 백도

백도 및 도정도가 증가할수록 잔류미강은 감소하여 낱알의 골 부위에만 미강이 잔류하였다. 백도 23~43범위에서의 CBB index는 백도가 증가할수록 감소하여 51.1~1.0 범위로 나타났다. CBB index를 이용한 백도모델의 실험상수를 결정하였으며, 결정계수 0.9989로 잘 일치하는 것으로 나타났다. 백도가 증가할수록 CBB index는 급격히 감소하여 백도 약 40 수준에서는 완만하게 감소하였다.

본 연구에서는 마찰식정미기를 이용하여 CBB index를 측정하였으며, 연삭식정미기 및 연삭+복합에 따른 CBB index를 측정하여 도정도 및 백도와와의 상관관계를 계속적으로 연구할 예정이다.

### 5. 참고문헌

1. 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.
2. Food Agency of Japan. 1995. Rice post-harvest technology. Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan.
3. 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.
4. H. J. Liu, K. Watanabe, S. Tojo. 2002. Correlations between quality and proportional extent of milling in optical images of rice stained using the NMG method.
5. Kim, O. W., H. Kim and S. E. Lee. 2005. Color modeling of milled rice by milling degree. Korea J. Food Preserv. 12(2):141-145.